

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-
ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЕКСПЕРТНО-
КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ ЦЕНТР МВС УКРАЇНИ**

Автомобільний факультет

НАУКОВІ ПРАЦІ

Міжнародної науково-практичної конференції

**"Новітні технології розвитку
автомобільного транспорту"**

**Конференція проводиться щорічно з нагоди
Дня автомобіліста і дорожника**

16-19 жовтня 2018 р.
(Посвідчення УкрІНТЕІ від 26 грудня 2017 року № 777)



Харків, 2018

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

КЕРІВНИКИ ОРГКОМІТЕТУ

Туренко Анатолій Миколайович – ректор ХНАДУ, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України, голова організаційного комітету конференції;

Богомолов Віктор Олександрович – проректор ХНАДУ з наукової роботи, заступник керівника Північно-східного наукового центру Транспортної академії України, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України, заступник голови організаційного комітету конференції;

Сараєв Олексій Вікторович – декан автомобільного факультету ХНАДУ, д.т.н.

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Абрамчук Федір Іванович – зав. кафедри двигунів внутрішнього згоряння ХНАДУ, д.т.н., проф., Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України;

Волков Володимир Петрович – зав. кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ХНАДУ, д.т.н., проф., академік Транспортної академії України;

Клименко Валерій Іванович – зав. кафедри автомобілів ХНАДУ, к.т.н., професор, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України.

Подригало Михайло Абович – зав. кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., професор, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Транспортної академії України;

Солодов Валерій Григорович – зав. кафедри теоретичної механіки ХНАДУ, д.т.н., професор;

Перегон Володимир Андрійович – зав. кафедри деталей машин ХНАДУ, к.т.н., професор;

Матейчик Василь Петрович – декан автомеханічного факультету Національного транспортного університету, д.т.н., проф., зав. кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Відмінник освіти України;

Сахно Володимир Прохорович – зав. кафедри „Автомобілі” НТУ, д.т.н., професор;

Шуклінов Сергій Миколайович – д.т.н., професор кафедри автомобілів ХНАДУ;

Топаліді Валерій Анатолійович – к.т.н., доц. ТАДИ, Узбекистан;

Бартош Петро Романович – зав. кафедри ГПА БНТУ, к.т.н., проф., Білорусь;

Карпієвич Юрій Дмитрович – зав. кафедри „Автомобілі” БНТУ, д.т.н., проф., Білорусь;

Капский Денис Васильевич – декан автотранспортного факультета БНТУ, д.т.н., доц., Білорусь;

Гелашвили Отар Георгієвич – декан транспортного і машинобудівного факультету д.т.н., проф. Грузинський технічний університет.

Димитров Ангел – проф. технічний Університет, м. Варна, Болгарія;

Роланд Лахмайер – докт-інж., технічний Університет, м. Ганновер, Німеччина;

Алексей Антошків – доктор філософії, докт-інж., Бранденбургський технічний університет, Німеччина;

Aleksander Wroblewski – Prof. dr. hab. eng., Польща;

Yuliya Gorb – Associate Professor, Department of Mathematics, University of Houston

Sergienko Oleg – Associate Professor, Engineering Institute of Universidad Autonoma de Baja California

ЗМІСТ

Секція 1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Александров Є. Є., Костяник І. В.....	20
Параметричний синтез електронного блоку керування гальмівною системою автомобіля	
Антонюк В. А., Філатов С. В.....	24
Впровадження вбудованих ваговимірювальних систем на промисловому транспорті гірничо-металургійного комплексу Кривого Рогу	
Васильєв Б. Г., Кав'юк В. В., Груньов Є. І., Гурін О. М.....	26
Математичний опис неголономної системи аеродромних двохланкових та трьохланкових модульних машин при маневруванні	
Войтків С. В.....	27
Загальна класифікація міського громадського автомобільного пасажирського транспорту.	
Войтків С. В., Тараненко М. Є.....	30
Шляхи створення перспективних аеропортних електробусів	
Войтків С. В., Тараненко М. Є.....	33
Шляхи розвитку конструкцій електричних тягових приводів електробусів і тролейбусів	
Клименко В. В., Сакно О. П.....	36
Проблема інформаційної взаємодії безпілотного автомобіля в невизначених і конфліктних умовах експлуатації	
Лук'янченко О.Ю., Коломієць Я.С.....	39
Розробка критеріїв формування конструктивних і експлуатаційних властивостей автомобілів оперативних служб	
Малашенко В.О., Венцель Є.С., Семенюк В.Ф.....	42
Ковзання у зачепленні великогабаритних зубчастих передачах	
Ніконов В. О., Посметьєв В.І.....	45
Перспективна конструкція автомобільного колісного модуля з незалежною торсіонною підвіскою.	

Пилипенко О. М., Батраченко О. В.....	47
Новий шлях підвищення ефективності роботи антикрил ралійних автомобілів	
Поляков В. М., Гірман Д. К.....	51
До визначення шляхів покращення маневреності автопоїздів	
Редзюк А. М., Клименко О. А.....	53
Щодо стратегії підвищення ефективності використання енергії дорожнім транспортом	
Рижих Л. О., Ломака С. Й.....	56
Особливості робочих процесів категорії АБС транспортних засобів в експлуатації	
Сосик А. Ю., Артюх О. М.....	60
Формування теоретичної бази для обґрунтування створення універсальнихбагатоопераційних самохідних комплексів сільськогосподарської техніки	
Сологуб Б. В., Данило Я. Я.....	61
Особливості моделювання пасажирських канатних доріг	
Шаповаленко В. О.....	62
Вплив факторів на основні фази ДТП	
Шелухін С. В.....	63
Безпрокольні технології автомобільних коліс	
Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я.....	66
Оцінка впливу введення площадок низького входу "low-entry" в структуру несівного кузова на ресурсні характеристики автобуса в експлуатації	
Шуклинов С. М., Вербицький В. І., Губін А. В.....	70
Неакції на колесах автомобіля	

Секція 2. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ І СЕРВІС АВТОМОБІЛІВ

Балака М. М.	73
Застосування присадок для поліпшення процесу згоряння моторних палив	
Безвесільна О. М., Ільченко А. В., Ткачук А. Г., Багінський О. О.	77
Спосіб розширення діапазону вимірювання витрат палив двигунів транспортних засобів термоанемометричним витратоміром	
Безрідний В. В.	79
Альтернативні палива для дизелів і бензинових двигунів	
Борніков І. В.	80
Аналіз попиту на сервісні послуги ПАТ	
Бороденко Ю. М.	81
Формування бази знань експертної діагностичної системи електроприводу автомобіля	
Булгаков М. П.	84
Методика визначення технічного стану двигуна по вакуумним діаграмам	
Вербовський В. С.	86
Особливості забезпечення передпускової теплової підготовки двигуна енергетичної установки	
Волков В. П., Грицук І. В., Грицук Ю. В., Володарець М. В., Волков Ю. В. ...	89
Формування інформаційної системи моніторингу технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації	
Горбик Ю. В.	92
Дослідження впливу системи нейтралізації відпрацьованих газів легкового автомобіля на витрату палива	
Грицук І. В., Волков В. П., Грицук Ю. В., Волков Ю. В.	95
Особливості отримання результатів дистанційного моніторингу параметрів технічного стану та діагностики транспортних засобів за допомогою інформаційного програмного комплексу	
Густелєв О. О., Осипов В. О.	98
Розробка та впровадження світлоповертальних елементів для автомагістралей та вулиць населених пунктів	

Гутаревич Ю.Ф., Шуба Є.В., Овчинніков Д.В.....	101
Вплив величини добавки спиртових сполук до бензину на показники роботи бензинового двигуна	
Дитятєв А. В., Белов В. И.....	102
О перспективах дальнейшего снижения расхода топлива автомобилями	
Жуков Є. В.....	104
Підвищення ефективності то та р автомобілів профілем посади виробничого робітника ПАТ	
Захарчук В. І., Сімьонов А. В.....	106
Дослідження впливу режимів руху автомобіля на його паливну економічність та екологічні показники	
Захарчук О. В., Пальчик М. О., Мотронюк Н. Б., Михалик О. В.....	108
Використання альтернативних палив в засобах технологічного транспорту	
Зенкин Е. Ю.....	112
Применение дистанционного мониторинга и online диагностирования для поиска отказов системы Common Rail	
Зибцев Ю. В.....	115
Перевірка тягово-швидкісних властивостей колісних машин у дорожніх умовах	
Кіндрацький Б. І., Кіндрацька Г. І.....	117
Проблематика якості в оцінюванні транспортних послуг	
Клец Д М, Назаров О. І., Шпинда Є. М., Лях М. С., Нижник М. О.....	119
Покращення гальмівних властивостей легкових автомобілів із врахуванням експлуатаційних умов	
Ковтун О. М.....	121
Адаптація МАІ для порівняння обладнання ПАТ	
Кравченко О. П., Чуйко С. П.....	124
Особливості оцінки витрати палива міськими маршрутними автобусами оснащеними «Клімат-контролем»	
Кравченко О. П., Левківський О. А.....	126
Аналіз сервісної інфраструктури на міжнародній автотранспортній магістралі М-06 (Е40) в межах Житомирської області	

Криворот А. І., Орисенко О. В.....	127
Поліпшення характеристик розганяння автомобіля Газель «Рута» при русі у міських умовах з урахуванням сучасних вимог ПДР України	
Кривошапов С. И.....	130
Определение влияния условий эксплуатации транспортных средств на расход топлива	
Кузьмін В. С., Савенок Д. В.....	132
Формування стратегії розвитку виробничого потенціалу підприємства автосервісу	
Купринюк О. П.....	135
Модель для оцінки впливу маскування і відновлення автомобільної техніки на ефективність функціонування системи АТЗ маршру.	
Лантрат А. В.....	136
Методика диагностирования компонентов топливной аппаратуры бензинового двигателя	
Мармут І. А.....	140
Методика визначення потужності автомобіля на роликовому стенді ПДС-Л при наявності гідроприводу	
Мастепан М. А., Кузьміна В. П., Амелін О. А.....	142
Основні принципи організації технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів	
Мастепан О. А.....	144
Організація моніторингу виробництва, як механізм забезпечення ефективності і якості технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів	
Мастепан С. М.....	145
Аналіз факторів, що впливають на формування ринку послуг ТО та ремонту транспортних засобів	
Мисюра М. І., Орчіков Р. С.....	148
Елементи методики дорожніх випробувань для визначення технічного стану автомобіля	
Мисюра М. І., Фідря А. П.....	150
Дорожні випробування для отримання даних щодо технічного стану автомобіля Renault Kangoo	

Назаров О. І., Міщенко С. В., Кошелєв В. В., Мішнєв А. С.....	153
Оцінка безпеки використання легкових автомобілів при виконанні гальмувань в умовах експлуатації	
Павленко В. М., Калашніков Є. В.....	156
Онтології інтегрованого простору бази знань для автомобільного сервісу	
Павленко В. М., Свіріна Ю. Ю.....	159
Мультиагентний підхід при обслуговуванні легкових автомобілів	
Погорлецький Д.С., Грицук І.В., Володарець М. В., Худяков І.В.....	161
Особливості створення моторної установки з засобами моніторингу на базі транспортного засобу, переобладнаного на живлення зрідженим газовим паливом в умовах експлуатації	
Рижова В. Ю.....	165
Дослідження використання основних фондів підприємств автотранспорту	
Савенок Д. В., Чевтаєв Д. В.....	168
Аналіз виробничих структур підприємств автосервісу	
Савчук В. П., Бойко М. А.....	171
Прочностной анализ каркаса кузова автобуса ХАЗ 3250	
Сараева И. Ю., Стародубцов А.А.....	174
Диагностика и правила эксплуатации современных литиево-ионных аккумуляторных батарей электромобилей	
Светличный В. А.....	177
Технические методы защиты автомобиля от угона	
Скорик М. О.....	180
Динамічне дишло для одноосного причепа BN–20 як пружна ланка тягово-зчіпного пристосування легкового автопоїзда категорії М1	
Сосик А. Ю., Дударенко О. В.....	182
Обґрунтування методів визначення експлуатаційних показників двигунів внутрішнього згоряння машинотракторних агрегатів	
Стадник В. І., Сакно О. П., Доля В. А., Меркотан С. В.....	185
Удосконалення організації транспортного процесу міста шляхом впровадження автоматизованої системи управління	

Форнальчик Є. Ю., Гілевич В. В.....188
Оцінка можливостей розвитку передрейсового обслуговування автобусів

Ходневич М. М., Балака М. М.....190
Довговічність шин транспортно-технологічних машин

Худяков І. В., Манжелей В. С., Сатулов А. І., Симоненко Р. В.....192
Система дистанційного моніторингу комплексу експлуатації транспортного засобу

Секція 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Дубінін Є.О., Клец Д.М., Полянський О.С.....195
Програмне забезпечення для оцінювання статичної стійкості положення шарнірно-зчленованих колісних машин

Дудукалов Ю.В., Згонник В.В.....197
Підвищення ефективності рихтувальних стендів для кузовного ремонту автомобілів

Маханьков В.А.....199
Перспективні напрямки розвитку засобів відновлення зразків військової автомобільної техніки в польових умовах

Молодан А.О.....202
Вплив методу відключення частини циліндрів на показники двигунів колісних машин

Подригало М.А., Гацько В.И., Абдулгасис А.У., Забелышинский З.Э..204
Вероятный метод оценки динамического радиуса колеса автомобиля

Подригало М.А., Мазін О.С., Коробко А.І.....205
Аналіз виконання автомобілем маневру «переставка» традиційним способом і за руху «крабом»

Подригало М.А., Тарасов Ю.В., Коробко А.І., Радченко І.О.....206
Спосіб визначення аеродинамічних параметрів під час вибігу автомобіля

Рудь М.П., Пилипенко О.М., Солтус А.П.....208
Оцінка втомної міцності автодеталей з полібутілентерефталату виготовлених методом 3D-друку

Савченко Б.В., Леоненко О.М.....	211
Особливості технології зміцнення чавунних деталей автомобілів	
Торіна В.М., Філатов С.В., Кучма О.І.....	212
Математичне моделювання процесу детонаційного згоряння палива	
Хітров І.О.....	215
Основні способи підвищення довговічності корпусних деталей транспортних засобів	

Секція 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ДВЗ

Абрамчук Ф.И., Авраменко А.Н.....	218
Современные методы численного моделирования процессов впрыска и распыла топлива	
Апалішин О.О., Перепелиця І.І., Нікітченко І.М.....	219
Покращення екологічних показників транспортного засобу за рахунок застосування комбінованої енергетичної установки	
Авраменко А.М.....	222
Воднева технологія підвищення екологічних показників ДВЗ	
Гутаревич Ю.Ф., Шуба Є.В., Овчинніков Д.В.....	224
Вплив величини добавки спиртових сполук до бензину на показники роботи бензинового двигуна	
Колеснікова Т.М., Павленко Є.Г., Тараканов Р.І., Залізняк Н.О., Урсуляк Д.В.....	226
Методика розрахунково-теоретичного дослідження показників економічності двигуна при його регулюванні зміною робочого об'єму з використанням універсальних характеристик	
Корогодський В.А., Обозний С.В.....	229
Порівняльні характеристики двотактного двигуна з карбюратором та безпосереднім впорскуванням палива й зміною ступеня стиснення	
Ільченко А.В., Ломакін В.О.....	231
Нерівномірність обертання колінчастого вала та шляхи її зменшення	
Нестеренко В.В., Грабовенко О.І.....	233
Сучасні напрямки поліпшення економічних і екологічних показників автомобільних дизелів	

Токарев А.Н.....	235
Разработка конструкции двухроторного двигателя внутреннего сгорания турбокомпрессорного типа	
Цюман М.П., Артеменко Р.В., Бориско С.О., Садовник І.І.....	238
Особливості застосування термоелектричної утилізації теплової енергії двигуна внутрішнього згорання	
Швыдкий Д.В., Левченко Д.В.....	240
Автоматизация лабораторного стенда газового двс бгчн 13/14	
Шльончак І.А., Солтус А.П., Компанієць І.В., Павлов О.М.....	243
Пристрій для застосування водневмісного газу в дизелях	
Секція 5. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ І КОНСТРУКЦІЙ	
Авершин А.Г.....	245
Вплив аеродинаміки на ходові якості гоночного автомобіля	
Авершин А.Г., Горох Н.П.....	248
Расчеты и исследование прочности элементов корпуса смотрового колодца из полимерных композиционных материалов	
Біловол О.В.....	252
Закон збереження матерії і моделювання фізичних явищ	
Біловол О.В., Луценко Р.Ю., Тагієва А.Р.....	254
Аналіз впливу похилу вихідної ділянки спрягаючої споруди на довжину досконалого гідравлічного стрибка	
Володарець М.В.....	256
До питання моделювання робочих процесів транспортного вузла в умовах експлуатації засобів транспорту і ITS	
Воропай А.В.....	258
Два подхода к учёту диссипативных свойств деформируемых элементов конструкций	
Гащук П.М., Нікіпчук С.В.....	259
Застосування hard-soft-технології моделювання робочого процесу в двигуні внутрішнього згорання	

Гнатенко Г.А.....	262
Моделирование нестационарного деформирования системы вложенных цилиндрических оболочек	
Гончар М.О., Мусійко В.Д., Ніколаєнко В.А.....	263
Дослідження динамічних процесів в трансмісії мобільної землерийної машини безперервної дії з використанням програмного комплексу Openmodelica	
Горбай О.З., Зінько Р.В., Шевців М.Б.....	266
Дослідження навантажень на кріпильних елементах автоцистерни за різних режимів руху автопоїзда	
Егоров П.А.....	268
Идентификация нестационарной нагрузки (точки приложения и закона изменения во времени), воздействующей на шарнирно-опертую балку	
Жданович Ч.И., Дзёма А.А., Булатовский В.С.....	269
Поворачиваемость колесного шасси с подруливающим задним мостом	
Зінько Р.В., Горбай О.З., Крайник Ю.Л.....	272
Дослідження опорно-зчіпного пристрою цистерни-напівпричепа згідно правил 13 ЕЭК ООН	
Іванов Є.М., Гнатюк А.А., Омельченко В.В.....	274
Удосконалення алгоритму побудови креслеників рухомих рознімних з'єднань в пакеті Autodesk Inventor	
Іванов Є.М., Озарків В.В., Вошунок І.С.....	277
Побудова креслеників елементів шліцьового з'єднання у середовищі автоматизованого проектування	
Красніков С.В., Давиденко В.Е.....	280
Дослідження питань оцінки працездатності вітчизняних енергоблоків та енергетичного комплексу	
Купринюк О.П., Дем'янчук Б.О.....	284
Методичні основи створення прогностної моделі процесу ефективного автотехнічного забезпечення маршруту військової частини.	
Купринюк О.П., Дем'янчук Б.О.....	287
Модель для оцінки впливу маскування і відновлення автомобільної техніки на ефективність функціонування системи атз маршруту.	

Нестеренко В.А.....	288
Создание оболочки для программного комплекса "Prometheus"	
Мішук Д.О., Балака М.М., Пліс В.Б.....	291
Вибір моделей деформованості пневматичної шини і опорної поверхні	
Мішук Д.О., Демиденко О.П.....	294
Побудова математичної моделі кривошипно-шатунного механізму адекватної для двигунів внутрішнього згоряння	
Пелевін Л.Є., Горбатюк Є.В., Азенко А.В.....	298
Адекватність режимів навантаження при стендових випробуваннях будівельних машин	
Роговой А.С., Гапон А.А.....	301
Математическое моделирование микроклимата участка городской застройки Харькова	
Сахно В.П., Поляков В.М., Омельницький О.Є.....	305
Маневреність триланкового метробуса	
Сеначин П.К., Сеначин А.П., Самарин А.В.....	308
Динамика распыленной топливной струи дизеля с системой Common Rail при двухфазном впрыске	
Сологуб Б.В., Данило Я.Я.....	311
Особливості моделювання пасажирських канатних доріг	
Солодов В.Г.....	312
Задача об аэродинамическом взаимодействии транспортных потоков	
Солодов В.Г.....	317
Особенности переноса примеси в приземном слое автомобильной дороги в условиях боковой ветровой эпюры.	
Солодов В.Г.....	321
Моделирование переноса примеси в структуре улиц-каньонов центральной части г. Харькова	
Солодов В.Г., Авершин А.Г.....	325
Перенос примеси в приземном слое автомобильной дороги в условиях боковой ветровой эпюры.	

Торіна В.М., Філатов С.В., Кучма О.І.....	329
Математичне моделювання процесу детонаційного згоряння палива	
Филиппковский С.В.....	331
Оптимизация виброзащитных элементов с демпферами сухого трения	
Царенкова И.М., Довыденко В.В., Бондаровец В.Ю.....	337
Безопасность дорожного движения на асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях: отечественный и зарубежный опыт	
Шатохин В.М.....	339
О выборе параметров механизма поворота с гидрообъемной передачей, повышающих подвижность гусеничной машины	
Шкабура В.А.....	342
Исследования для турбонаддува двс турбокомпрессора с общим рабочим колесом	
Шкварла І.С., Філатов С.В., Кучма О.І.....	347
Побудова гранично-математичної моделі колеса автомобіля при його русі	
Секція 6. АВТОТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ	
Беляєв Г.Б.....	350
Питання які виникають у судових експертів при проведенні досліджень деталей транспортних засобів	
Буряченко М. В.....	353
Сканеры от leica geosystems (швейцария) для решения задач криминалистики	
Ващенко О. О., Левенок О.І.....	256
Проблематика визначення технічних параметрів транспортних засобів при дослідженні ДТП	
Голов А. В.....	360
Проблематика встановлення причин відмов механізмів та приладів двигуна під час експлуатації транспортних засобів	
Данець С. В.....	362
Методи оцінки параметрів руху транспортних засобів при дослідженні дорожньо-транспортної пригоди	

Денис М. В.	364
Сучасні конструкції автомобільних шин та можливості їх трасологічного дослідження	
Денисов Г. А., Зеликов В. А., Злобина Н. И.	370
Обобщение вариантов методики исследования наезда автомобиля на пешехода	
Євтушенко В. М.	373
Сучасні методи дослідження ДТП та способи їх запобігання	
Капский Д.В.	380
Проблемы трактовки некоторых положений правил дорожного движения для применения в автотехнической экспертизе аварий с участием пешеходов	
Кашканов А. А.	382
Оцінювання невизначеності в задачах автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод	
Кищун В. А., Лещенко Ю. О.	385
Дослідження дтп за допомогою симулятора їзди F12HF-3/A88-NR	
Кіріченко І. С.	388
Вплив висоти малюнку протектору шин на зчеплення з дорогою	
Ковтун В. В.	390
Оцінка дій водіїв транспортних засобів при ДТП із перевищенням максимально дозваної швидкості	
Клименко А. О.	391
Щодо переваг запровадження Єдиної муніципальної транспортної системи громадського транспорту в Україні	
Краснюк О. І., Гордієнко М. С.	393
Статистика дорожньо-транспортних пригод у херсонській області	
Колпаков С. С.	394
Визначення працездатності рульового керування при проведенні експертизи технічного стану	
Криворучко М. М.	396
Необхідність внесення змін до п. 31.4.5 ПДР	

Криворот А. І., Орисенко О. В.....	398
Вполіпшення характеристик розганяння автомобіля газель «Рута» при русі у міських умовах з урахуванням сучасних вимог ПДР України	
Кужель В. П., Олександренко І. С.....	400
Перспективи уникнення натурного експерименту при розслідуванні механізму ДТП в темну пору доби	
Кунченко А. П., Обаполенко А. О.....	403
Діагностичні дослідження для встановлення факту виникнення несправності на транспортному засобі після ДТП	
Кучерявенко О. Б.....	405
Особливості дослідження дорожньо-транспортних ситуацій за участю транспортних засобів із спеціальними сигналами	
Лук'янченко Ю. О., Харенко В. Б.....	406
Сучасні методи дослідження ДТП	
Малівський Р. І., Чередніченко В. В., Пасечнік Д. В.....	408
Основні причини виникнення ДТП в Україні	
Марченко В. С.....	411
Сучасні статистичні дані дорожньо-транспортних пригод у місті Запоріжжя	
Махлай С.М.....	412
Визначення зупинного шляху автомобіля, що обладнаний антиблокувальною системою	
Меркулов К. В.....	414
Визначення моменту виникнення небезпечної обстановки в автотехнічній експертизі	
Москалюк А. В.....	417
Значение осмотра места происшествия при составлении выводов эксперта	
Науменко В. В.....	419
Застосування вимог правил дорожнього руху України, що викликають різне тлумачення, при використанні в експертній практиці	
Нємий С. В., Ванько Т. І.....	422
Основні причини аварійності автотранспортних засобів	

Новосад Р. Т., Сільник Т. М.....	425
Статистика ДТП в Україні за січень – лютий 2018 року	
Товстий О.С.....	428
Вплив технічного стану транспортного засобу на розвиток механізму ДТП	
Падалко Д.Ю.....	431
Вплив порушень Правил дорожнього руху на травмування та загибель людей в наслідок дорожньо-транспортних пригод	
Пашковский Е. А., Сальников В. В.....	435
Методы определения замедления автомобиля при торможении	
Птиця Г. Г.....	438
Обґрунтування вибору організаційно-планувального рішення перехрестя в одному рівні на основі імітаційного моделювання	
Савчук А. Д.....	440
Оцінка ефективності гальмування сучасних транспортних засобів в експертній практиці	
Слотвинський М. С., Семенюк В. В.....	440
Аналіз оперативної інформації по ДТП в Луцьку	
Соколов О.В.....	443
Аналіз програмного забезпечення по дослідженню ДТП	
Сторож О. О.....	446
Статистика ДТП в Хмельницькій області	
Тегза Я. Я.....	448
Статистика дорожньо-транспортних пригод в Закарпатській області	
Товстий О.С.....	451
Вплив технічного стану транспортного засобу на розвиток механізму ДТП	
Фролов А. А.....	454
Щодо впливу вертикального навантаження на коефіцієнт зчеплення автомобільного колеса	
Царенкова И. М., Коливошко Н. А., Портной А. Е.....	457
Повышение безопасности автомобильных дорог при своевременном реагировании на минимальные разрушения	

Царенкова І. М., Коливошко Н. А., Портной А. Е.....	459
Использование принципа парето при анализе участков концентрации ДТП для эффективного их обнаружения	
Шевцов С. О.....	461
Оцінювання дорожньо-транспортних ситуацій - питання передбачення виникнення небезпеки для руху	
Шминдюк Ю. А., Пришляк М. Р.....	464
Аналіз ДТП по тернопільській області	
Янюк А. Ш., Товпиґа Т. А.....	465
Оперативна інформація по ДТП в Івано-франківській області	

Секція 7. ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ

Бажинова Т.О.....	468
Інтелектуальні та інтелектуалізовані інформаційні системи автомобілів	
Бажинов А.В., Берус С.В.....	470
Визуальная навигация транспортного средства	
Борисенко А.О., Євтушенко С.В.....	473
Особливості електричного та електронного обладнання автомобіля AUDI SQ7	
Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Гнатова Г.А.....	476
Світлодіодна дорожня розмітка та автоматичне керування рухом автотранспортних засобів	
Гого В.Б., Михайлов О.І.....	479
Обґрунтування напрямку розвитку екологічно чистих джерел енергії для електричного транспорту України	
Желновач Г.М.....	481
Екологічний вплив автотранспортних підприємств на довкілля	
Загурський О.М.....	483
Сучасні принципи розвитку транспортної системи міста	
Кладковий І.О., Дзюбенко О.А.....	485
Сучасні принципи розвитку транспортної системи міста	

Марченко А.В., Рудаков А.О.....	487
Дослідження систем заряду акумуляторних батарей електромобілів	
Мацей Р.О., Ковра О.В.....	489
Підвищення технічного рівня гідронасосів спеціалізованої автомобільної техніки	
Серікова І.О., Медведський К.І.....	491
Дослідження ефективності використання сонячної електростанції на електромобілях	
Серікова І.О., Ходак С.С.....	494
Дослідження шляхів підвищення дистанції автономного пробігу електромобілів	
Смирнов О.П., Романенко А.В.....	497
Асистент паркування електромобіля BMW I3	
Соловей В.В., Зипунников Н.Н., Хан Вей.....	499
Повышение эффективности безмембранных электрохимических систем высокого давления на основе эксергетического анализ	
Хорсев П.В., Стремоухов О.Б.....	501
Использование природного газа для улучшения экологичности автотракторных дизелей	
Черновол О.В.....	503
Електромобіль, як важливий елемент розвитку транспортної інфраструктури	
Авраменко А.М., Соловей В.В., Внукова Н.В.....	506
Аналіз конкурентоздатності водню як моторного палива в транспортних енергоустановках	
Лин Х., Авраменко А.М., Зипунников Н.Н., Воробьева И.А.....	509
Инновационные технологии для создания инфраструктуры транспортной водородной энергетики	
Хан Вей, Соловей В.В., Авраменко А.Н., Внукова Н.В.....	511
Перспективы создания автономных водородзаправочных станций в Китае	

Александров Евгений Евгеньевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобилей Харьковского национального автомобильно-дорожного университета

Костяник Ирина Витальевна, к. т. н., доцент, доцент кафедры информационных технологий и систем колесных и гусеничных машин имени А. А. Морозова Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМОЙ АВТОМОБИЛЯ

Автоматическое управление тормозной системой автомобиля состоит, по крайней мере, из трех параллельно работающих систем автоматического управления: антиблокировочной системы (ABS), которая предохраняет колеса от блокирования при резком нажатии на педаль тормоза; противобуксовочная система (TRC), которая предохраняет ведущие колеса от буксования при чрезмерном нажатии на педаль управления подачей топлива; системы поддержания курсовой устойчивости (VSC) и повышения управляемости автомобиля при утрате сцепления колес с дорогой [1].

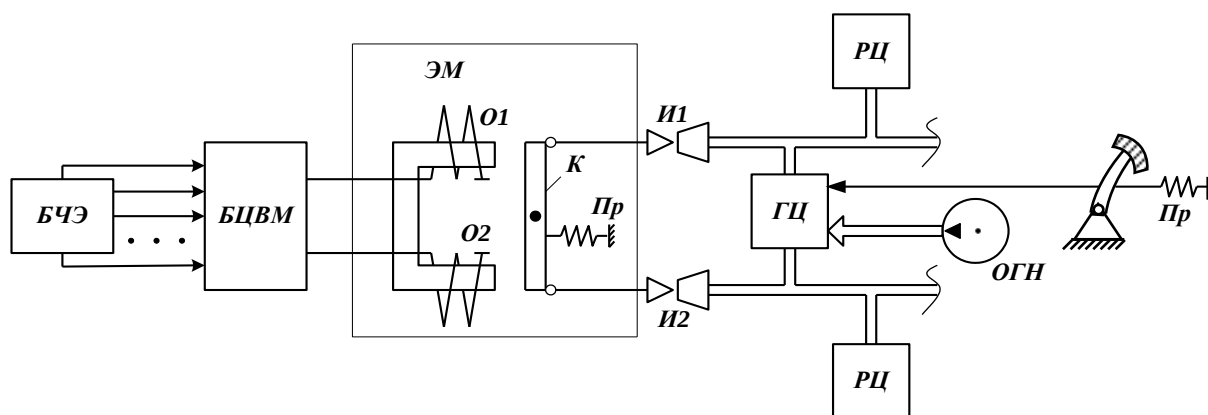


Рисунок 1 – Рабочая схема системы VSC

Как система ABS, так и система TRC постоянно поддерживают устойчивость направления движения автомобиля. Однако точность поддержания курсовой устойчивости автомобиля с помощью этих двух систем может быть недостаточной в случае утраты сцепления двумя передними или двумя задними колесами и характерного для этой ситуации заноса автомобиля. В этом случае вступает в действие система VSC, рабочая схема которой приведена на рис. 1, где приняты следующие обозначения: БЧЭ – блок чувствительных элементов; БЦВМ – бортовая цифровая вычислительная машина; ЭМ – электромагнит; O1, O2 – обмотки ЭМ; K – коромысло ЭМ; Пр – фиксирующие пружины; И1, И2 – запорные иглы; ГЦ – головной цилиндр; ПТ

– педаль тормоза; ОГН – объемный гидронасос; РЦ – рабочие цилиндры колес правого и левого бортов.

Если автомобиль совершает движение в строго требуемом направлении, то под действием фиксирующей пружины коромысло электромагнита находится в нейтральном положении, а давление тормозной жидкости, создаваемое головным цилиндром, одинаково в рабочих цилиндрах колес правого и левого бортов автомобиля.

При заносе автомобиля на него реагируют соответствующие датчики блока чувствительных элементов, а БЦВМ формирует отличный от нуля управляющий сигнал, приводящий к отклонению коромысла электромагнита от нейтрального положения и к соответствующему перемещению запорных игл И1 и И2. При этом давление тормозной жидкости в рабочих цилиндрах забегающего борта автомобиля увеличивается, а в рабочих цилиндрах отстающего борта уменьшается, что приводит к возвращению корпуса автомобиля к заданному положению [2].

Авторами получено характеристическое уравнение замкнутой системы VSC, приведенной на рис. 1, имеющее следующий вид

$$T_{1k}^2 T_y s^5 + (T_{2k} T_y + T_{1k}^2) s^4 + (T_y + T_{2k}) s^3 + s^2 + k_0 k_{\psi} s + k_0 k_{\dot{\psi}} = 0, \quad (1)$$

где T_y – постоянная времени управляющей обмотки электромагнита; T_{1k}, T_{2k} – постоянные времени коромысла; k_0 – коэффициент усиления разомкнутой системы VSC; $k_{\psi}, k_{\dot{\psi}}$ – варьируемые константы БЦВМ, подлежащие выбору.

В характеристическом уравнении (1) произведем замену [3]

$$s = j\omega,$$

выделим в полученном соотношении действительную и мнимую части, приравняем их нулю и из полученных зависимостей получаем

$$\begin{aligned} k_{\psi} = \frac{1}{k_0} \{ & 4T_{1k}^2 T_y (\alpha^5 - \alpha^3 \omega^2 - \alpha \omega^4) + \\ & + (T_{2k} T_y + T_{1k}^2) (3\alpha^4 + 2\alpha^2 \omega^2 - \omega^4) + \\ & + (T_y + T_{2k}) (2\alpha^3 + 5\alpha \omega^2) + \alpha^2 + \omega^2 \}; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} k_{\dot{\psi}} = \frac{1}{k_0} \{ & -T_{1k}^2 T_y (5\alpha^4 - 10\alpha^2 \omega^2 + \omega^4) - \\ & - 4(T_{2k} T_y + T_{1k}^2) \alpha (\alpha^2 - \omega^2) - \\ & - (T_y + T_{2k}) (3\alpha^2 - \omega^2) - 2\alpha \}. \end{aligned} \quad (3)$$

Значения параметров математической модели системы примем равными:

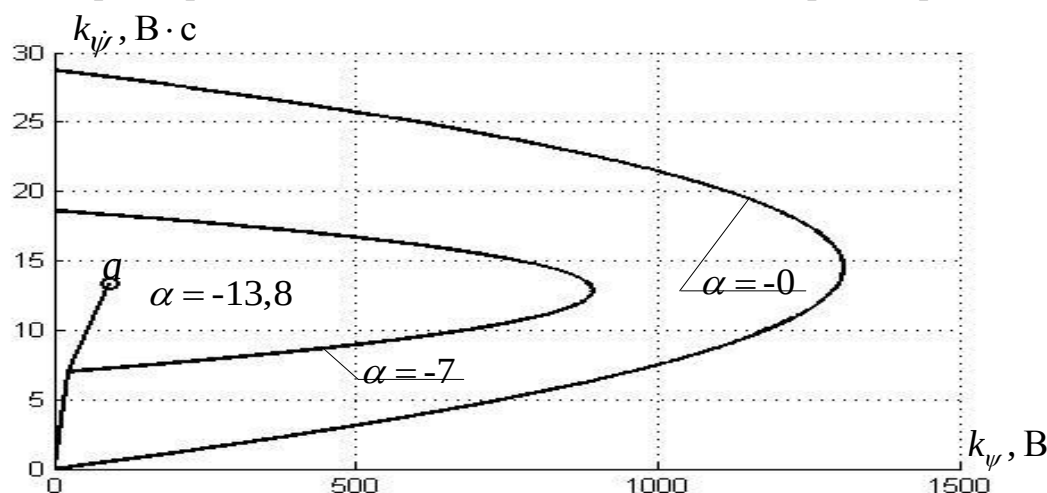


Рисунок 2 – Области равной степени устойчивости

$$k_0 = 1,9 \text{ В}^{-1}; T_y = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ с}; T_{1k}^2 = 10^{-4} \text{ с}; T_{2k} = 0,55 \cdot 10^{-2} \text{ с}.$$

На рис. 2 приведены зависимости, построенные с помощью соотношений (2) и (3) при $\alpha \leq 0$ и при изменении ω от нуля до бесконечности. Точка a соответствует максимальному запасу устойчивости и максимальному быстродействию [4] замкнутой системы $\alpha^* = -13,8$. Оптимальные значения варьируемых параметров электронного блока определяются положением точки a и составляют $k_\psi^* = 90,49 \text{ В}$, $k_{\dot{\psi}}^* = 13,40 \text{ В} \cdot \text{с}$.

Литература

1. Бажинов О. В. Гібридні автомобілі/О. В. Бажинов, О. П. Смирнов, С. А. Серіков та ін. – Харків: КРОК, 2018. – 327с.
2. Александров Е. Е. Повышение устойчивости и управляемости колесных машин в тормозных режимах/Е. Е. Александров, В. П. Волков, М. А. Подригало и др. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2007. – 320с.
3. Огурк И. А. Новые методы синтеза линейных и некоторых нелинейных систем. / И. А. Огурк. – М.–Л.: Наука, 1965. – 207с.
4. Aleksandrov Ye.Ye. The method of Main Coordinate in the Theory of Parametric Synthesis of the Linear Stabilized Systems / Ye. Ye. Aleksandrov, T. Ye. Aleksandrova // Journal of Automation and Information Sciences. – 2017. – №49(3). – Pp. 34–35.

Антонюк Вікторія Артемівна, магістр, КВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»

Філатов Сергій Валентинович, к.т.н., доцент, КВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»

ВПРОВАДЖЕННЯ ВБУДОВАНИХ ВАГОВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ПРОМИСЛОВОМУ ТРАНСПОРТІ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ КРИВОГО РОГУ

Необхідність застосування вбудованих ваговимірювальних систем обліку та контролю завантаження транспортних засобів (ВВС) з'явилася ще в 70-х роках минулого століття. Створення вбудованих інформаційних систем контролю, обліку, роботи і загрузки великовантажних екіпажів являє собою «новий шлях» у вирішенні однієї із найбільш важливих проблем. Ці системи повинні виконувати наступні функції: автоматичний контроль за повнотою навантаженості екіпажу та оповіщення машиніста екскаватора світловим або звуковим сигналом про необхідність його припинення, облік числа рейсів, підготовка кодованої інформації про масу вантажу за один рейс, передачу її в АСУ.

Запропонований пристрій включає в себе не тільки ваговимірювальний пристрій транспортних засобів, але і також паралельно відстежує переміщення та частоту вібрації підвіски, надає дані про розподілення навантаження не тільки по осям, але і по кожному колесу окремо.

Телескопічний важільний пристрій дає можливість виключити осьове навантаження на вал і максимально його розгрузити, працюючи лише в обертальному режимі, так як невідповідність плечей важелів підвіски і пристрою не дасть можливості закріпити два кінці важеля з однаковою жорсткістю і ускладнити процес тарування даного пристрою. Запропонований пристрій буде надавати інформацію про загрузку екіпажа на один рейс, кількість рейсів за добу і зміну. Його встановлюють в транспортному засобі без зміни його конструкції із застосуванням стандартних деталей, які випускаються промисловістю. Збережена безпека при його монтажі, експлуатації, обслуговуванні та ремонті. Має пиловологонепроникний корпус і вібростійке виконання з мінімальною похибкою визначення маси вантажу, а також працює від напруги 24В і не впливає на зміну температури.

Генератор опорної частоти формує прямокутні імпульси 2.5 кГц зі скважністю яка дорівнює двом. Імпульси опорної частоти проходять через триланковий RS фільтр нижніх частот, звільняючи сигнал від вищих гармонік. На виході із фільтра отримуємо нульову постійну складову і першу гармоніку. Далі сигнал надходить на блок формування синусоїдального сигналу. Сформований синусоїдальний сигнал поступає на підсилювач, формувач опорного сигналу і формувач косинусного сигналу.

Сформований косинусний сигнал потрапляє на підсилювач. Підсилені синусоїдальні і косинусоїдальні сигнали поступають на датчик в якості сигналів, які його підпитують. В якості датчика може використовуватись індуктосин або резольвер. При подачі до первинних обмоток напруги рівних амплітуд, але здвигнутих по фазі на 90 градусів, індуктосин працює в режимі обертового поля.

В цьому разі амплітуда ЕДС, індуктивна по вторинній обмотці, залишається незмінною, а фаза являє собою функцію переміщення обмоток відносно одна одної. Принцип вимірювання оснований на представленні в цифровому вигляді різності фаз між вхідним і вихідним сигналами датчика. Число розрядів визначається апаратною реалізацією. В даному випадку вибрано три-чотири десяткових розрядів.

Формувач імпульсів рахунку обороту фаз виробляє вузькі прямокутні імпульси прив'язані по фазі до синусоїдального вимірювального сигналу тієї ж частоти.

На вході схеми для забезпечення перешкодозахищеності поставлені два смугових фільтри, виконаних на операційних підсилювачах. На наступному етапі перетворення вимірювального сигналу відбувається синхронізація імпульсів по частоті наповнюваності. Вузол визначення напрямку руху ротора датчика виявляє напрямок і подає імпульси рахунку на сумуючий або віднімаючий вихід лічильника. Після чого отриманий двійково-десятковий код лічильників перетворюється в семисигментний код для відображення на індикаторах. Вузол визначення напрямку виконує затримку відображення інформації для того, щоб виключити миготіння індикатора та помилкові показники при нерівностях дороги.

Для визначення середнього навантаження на обидва колеса отримана інформація від кожного датчика складається і ділиться на два, тобто, отримуємо середнє арифметичне. Отже, передбачено два трирозрядних табло по бокам та одне чотирьох розрядне по центру. На лівому відображається інформація про навантаження на ліве колесо, на правому — на праве колесо, по середині — про кількість рейсів, масі вантажу, який перевозиться за рейс та зміну. Це дозволить визначити не тільки повне навантаження транспортного засобу, а також слідкувати за навантаженням на кожне колесо при зміні нахилу дорожнього полотна під час руху.

Застосування даного пристрою має економічне, соціальне, екологічне та політичне значення.

Література

1. В.Ф. Бызов, В.П. Мартыненко, А.П.Станков «Железнодорожная промышленность глазами зарубежных экспертов» Вып. 1, Кривой Рог, «Минерал», 1997 АГНУ -35с.
2. «Mining Magazine», march 1999, ANNUAL COMMODITIES, "Dronand Steel", William T., Hognon S.S., Director, Industrial Esnjmics Research Institute, Fordham University.

Васильєв Борис Георгійович, к.т.н., доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Кав'юк Вадим Володимирович, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Груньов Євгеній Ігорович, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Гурін Олександр Миколайович, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС НЕГОЛОНОМНОЇ СИСТЕМИ АЕРОДРОМНИХ ДВОХЛАНКОВИХ ТА ТРЬОХЛАНКОВИХ МОДУЛЬНИХ МАШИН ПРИ МАНЕВРУВАННІ

Доповідь стосується сучасних та перспективних аеродромних колісних машин, їх науково-технічних та практичних проблем. Рішення цих проблем і перспективи розвитку авіації і колісної авіаційної техніки пов'язані з математичними задачами у площині розвитку неголономної механіки.

Розглядаємі машини при виконанні своїх задач повинні забезпечувати безпеку при маневруванні біля літака. Пропонується ці рівняння представляти у параметричному вигляді, але не у функції часу, а у функції шляху вздовж траєкторії руху (природній спосіб завдання руху). Оскільки будь-яка машина як тіло має безкінечну кількість точок зі своїми траєкторіями руху, то потрібно мати можливість математично описувати дану особливість.

Наводяться отримані вирази для усіх необхідних точок багатоланкових аеродромних модульних машин. З'являється перевага такого підходу перед існуючими методами дослідження – при будь-якій дійсній швидкості руху машини вона враховується у математичному описі, але її та параметру часу немає в наявності.

Таким чином досягається інваріантність дослідження питань керування маневруванням машини від параметрів часу, швидкості та динамічних показників.

Метод дозволяє описувати і отримувати рішення у задачах керування маневруванням при русі як уперед так і назад. Особливо важливим і актуальним є рішення подачі одновісних причепів назад або двох таких причепів. Наводяться отримані рішення для одного та двох одновісних причепів, та отримані патенти на ці рішення. Оскільки ці рішення являють собою новітні технології, яких немає жодної у світі, то це підтверджує їх інноваційність. У світі є тільки одна технологія повороту усіх колісних машин – технологія Аккермана, яка їм запатентована у 1818 році і використовується по теперішній час у рульовій трапеції (механічній або електронній).

ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Загальна класифікація автомобільних пасажирських транспортних засобів громадського користування (АПТЗ ГК), яка визначає їх типи та назви і відображає принципові відмінності їх конструкцій, повинна базуватися на основі застосування трьох визначальних ознак – типу тягового приводу (ТПр), типу і місцезнаходження джерела енергії (ДЕ). Тип тягового приводу, у свою чергу, класифікується за наступними трьома ознаками:

- кількість видів тягового приводу:
 - одинарний;
 - подвійний (два незалежні приводи до одних і тих же привідних коліс);
- тип приводу за конструкцією:
 - механічний;
 - електричний;
 - електромеханічний;
 - інерційний;
 - гібридний – послідовний, паралельний, комбінований;
- тип приводу за розміщенням джерела енергії :
 - з автономним ДЕ – двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), накопичувач електричної енергії (НЕЕ), дизель-генераторна установка (ДГУ);
 - із зовнішнім ДЕ (підвісна двоконтактна електрична мережа, зарядні станції).

Загальна класифікація АПТЗ ГК, розроблена на основі прийнятих ознак, наведена на рис. 1. У порівнянні з існуючими класифікаціями пасажирського автомобільного транспорту загального користування, які розрізняють лише автобуси, теплобуси, дуобуси, гібридні автобуси, електробуси і тролейбуси, пропонується класифікація вирізняє дев'ять основних типів АПТЗ ГК, характерних групами відмінних (інших, різних) конструктивних ознак і характерними складовими частинами. У пропонованій класифікації АПТЗ ГК застосовано десять найменувань типів транспортних засобів. Найменування пасажирських колісних транспортних засобів громадського користування – **автобус, теплобус, електробус, тролейбус, гіробус та дуобус** уже відомі і широко застосовуються, окрім, хіба що, термінів теплобус, гіробус і дуобус, оскільки такі транспортні засоби на даний час серійно не виготовляються і не експлуатуються.

Новими термінами, запропонованими для найменування пасажирських КТЗ ЗК, обладнаних гібридними тяговими приводами, являються **генобус, гібрибус та гібридобус**, а також **дизобус і газобус** - для автобусів, ДВЗ яких

працюють, відповідно, на дизельному та стиснутому або зрідженому газовому паливі.

Для пасажирських АПТЗ ГК, обладнаних послідовним гібридним тяговим приводом, пропонується найменування **"генобус"**, так як їх характерною складовою частиною (причому явно вираженою) являється ДГУ на основі дизельного ДВЗ і тягового електричного генератора.

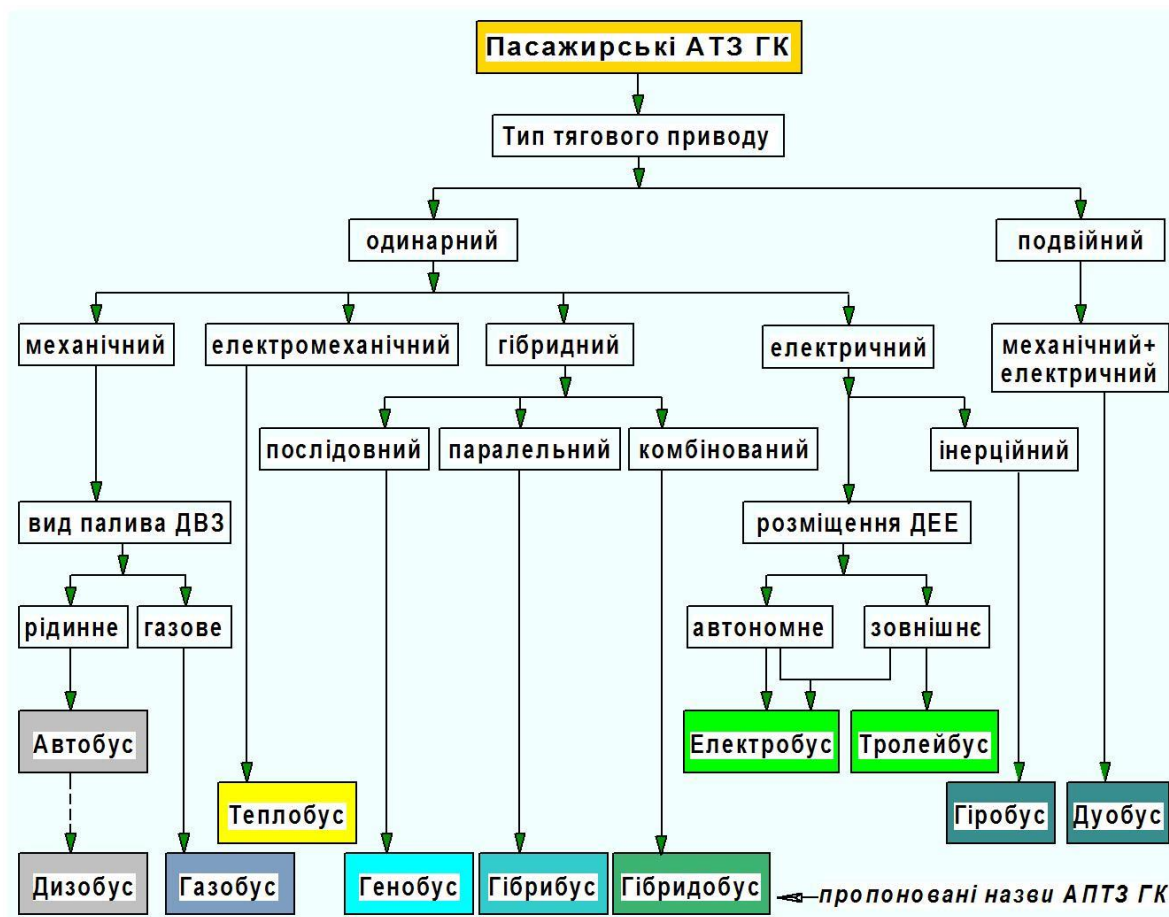


Рисунок 1 Загальна класифікація автомобільних пасажирських транспортних засобів громадського користування

Для АПТЗ ГК, обладнаних паралельним гібридним тяговим приводом пропонується найменування **"гібрибус"**, тобто гібридний автобус, а для пасажирських АПТЗ ГК, обладнаних комбінованим (послідовно-паралельним) гібридним тяговим приводом, – найменування **"гібридобус"** (гібридний автобус з двома суміщеними гібридними приводами).

Пропоновані терміни отримані за однією і тією ж класичною схемою їх утворення: "авто+бус", "тепло+бус", "електро+бус", "тролей+бус", "дизо+бус", "газо+бус", "гено+бус", "гібри+бус" та "гібридо+бус". Перша складова терміну **"газобус"** отримана від прикметника **"газовий"**, терміну **"дизобус"** – від прикметника **"дизельний"**, терміну **"генобус"** – від прикметника **"генераторний"**, терміну **"гібрибус"** – від прикметника **"гібридний"**, а терміну

"**гібридобус**" від прикметника "**гібридний**" та скороченої приставки "**до**" від чисельника "**дуо**" (два).

Визначення нових термінів пасажирських колісних транспортних засобів, запропонованих у розробленій класифікації АПТЗ ГК, пропонується у наступних формулюваннях:

- **дизобус** – автомобільний пасажирський транспортний засіб громадського користування, призначений для перевезення дев'яти і більше пасажирів, конструкція якого передбачає наявність механічного тягового приводу і автономного джерела механічної енергії;

- **газобус** – автомобільний пасажирський транспортний засіб громадського користування, призначений для перевезення дев'яти і більше пасажирів, конструкція якого передбачає наявність механічного тягового приводу і автономного джерела механічної;

- **генобус** – автомобільний транспортний засіб громадського користування, призначений для перевезення дев'яти і більше пасажирів, конструкція якого передбачає наявність послідовного гібридного тягового приводу: тягового електричного приводу, накопичувача електричної енергії та автономного джерела електричної енергії – дизель-генераторної установки з двигуном внутрішнього згоряння з накопичувачем рідинного або газового палива і живлення тягового електричного двигуна/ тягових електричних двигунів від накопичувача електричної енергії;

- **гібрибус** – автомобільний транспортний засіб громадського користування, призначений для перевезення дев'яти і більше пасажирів, конструкція якого передбачає наявність паралельного гібридного тягового приводу: тягового електричного приводу з тяговим електричним генератором/ тяговим електричним двигуном, накопичувача електричної енергії та автономного джерела електричної енергії – накопичувача електричної енергії і живлення тягового електричного двигуна від накопичувача електричної енергії та механічного тягового приводу і автономного джерела механічної енергії – двигуна внутрішнього згоряння з накопичувачем рідинного або газового палива;

- **гібридобус** – автомобільний транспортний засіб громадського користування, призначений для перевезення дев'яти і більше пасажирів, конструкція якого передбачає наявність паралельного гібридного тягового приводу: тягового електричного приводу з окремим з тяговим електричним генератором і окремим тяговим електричним двигуном, накопичувача електричної енергії та автономного джерела електричної енергії – накопичувача електричної енергії і живлення тягового електричного двигуна від накопичувача електричної енергії та механічного тягового приводу і автономного джерела механічної енергії – двигуна внутрішнього згоряння з накопичувачем рідинного або газового палива.

Пропонована класифікація АПТЗ ГК являється загальною, оскільки, наприклад, електробуси потребують конкретизації за такою класифікаційною

ознакою, як тип системи заряджання/ підзаряджання НЕЕ, яка суттєво впливає на конструкцію відповідного підтипу електробуса.

Войтків Станіслав Володимирович, к.т.н., генеральний конструктор,
Науково-технічний центр "Автополіпром"

Тараненко Михайло Євгенович, д.т.н., професор, завідувач кафедри
"Автомобілі та транспортна інфраструктура", Національний аерокосмічний
університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ АЕРОПОРТНИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ

Аеропортні автобуси призначені для перевезень пасажирів від аеровокзалів до повітряних суден, що знаходяться на віддалених стоянках, і у зворотному напрямку та експлуатуються виключно на закритих територіях аеропортів. Їх конструкції характерні рядом конструктивних рішень та технічних параметрів, серед яких наявність великої кількості подвійних пасажирських дверей (4-6), розміщених, здебільшого симетрично, у лівій і правій боковинах, та збільшена по відношенню до автобусів загального користування габаритна ширина, яка становить 2,7-3,75 м (для автобусів загального користування не більше 2,55 м).

Сучасні аеропортні автобуси та електробуси, пасажирські салони яких відповідають усім вимогам правил ІКАО, створені за однією компоувальною схемою за розміщенням тягового приводу – механічного чи електричного, яка уже давно стала класичною для цих автобусів спеціального призначення, та за двома компоувальними схемами за типом, кількістю та призначенням дверей – 1с(2)-2(2)-2(2) і 1с(2)-2(2)+2(2)-2(2) (рис. 1).

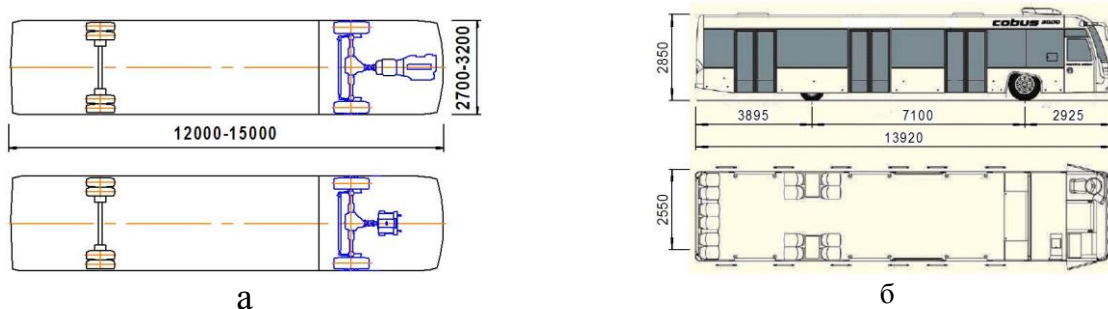


Рисунок 1 Класичні компоувальні схеми аеропортних автобусів і електробусів:
а – за розміщенням механічного (наверху) або електричного (внизу)
тягового приводу; б – за плануванням пасажирського салону

Проте достатньо бурхливий розвиток електробусів, призначених, у першу чергу, для перевезень пасажирів на внутрішньоміських маршрутах, призвів і до створення перших аеропортних електробусів. Вони спроектовані за тією ж класичною компоувальною схемою шляхом заміни дизельного

силового агрегату тяговим електричним двигуном (ТЕД). Але відсутність силового агрегату на основі дизельного двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) і автоматичної коробки переміни передач (АКПП) забезпечує можливість створення аеропортних електробусів за іншими, більш раціональними і економічними компоновальними схемами. Їх застосування повинно бути направлене на зменшення затрат на проектування, технологічну підготовку виробництва та дрібносерійне виробництво аеропортних автобусів, на зменшення їх ринкової вартості та експлуатаційних витрат тощо. Крім того, розвиток виробництва електробусів являється чи не єдиною можливим шляхом відновлення повноцінного вітчизняного автобусобудування на основі освоєння виробництва усіх складових частин їх трансмісій і ходових частин – керованого і привідного мостів, тягових електричних двигунів, систем керування тяговими приводами тощо. Саме тому створення і організація виробництва конкурентоспроможних електробусів громадського користування, у т.ч. аеропортних, являється надзвичайно актуальним завданням вітчизняного автобусобудування.

Одним із можливих шляхів створення перспективних конкурентоспроможних електробусів являється максимальна уніфікація міських та аеропортних електробусів по одному із двох варіантів:

- варіант 1 – створення міського і аеропортного електробусів на основі кузова однієї ширини – не більше 2,55 м;
- варіант 2 – створення міського і аеропортного електробусів з максимально уніфікованими кузовами різної ширини.

З огляду на збереження ширини кузовів міських і аеропортних автобусів пропонується система модульного проектування автомобільних пасажирських транспортних засобів спорідненого призначення. Один із варіантів такої системи наведений на рис. 2 [1].

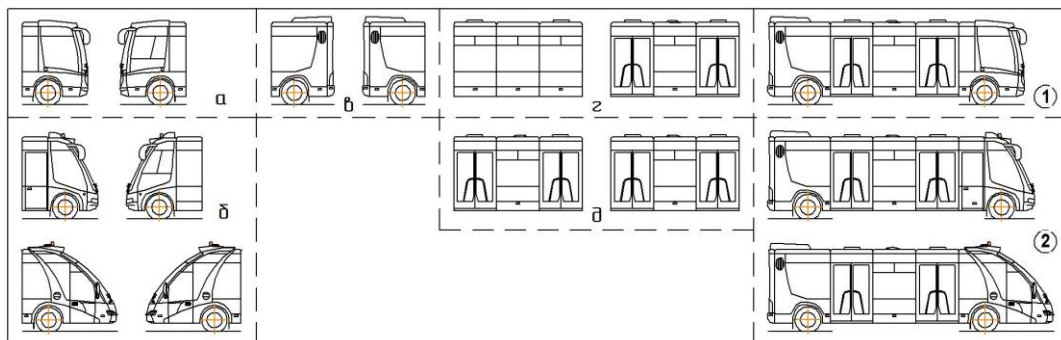


Рисунок 2 Система модульного проектування електробусів спорідненого призначення: а – модуль відділення водія міського електробуса; б – модулі відділення водія аеропортних автобусів; в – модуль привідний; г – модуль середньої частини кузова міського електробуса; д– модуль середньої частини кузова аеропортного електробуса; 1 – міський електробус; 2 – аеропортні електробуси

Пропонована система модульної уніфікації кузовів міського та

аеропортного електробусів передбачає наявність лише одного привідного модуля з тяговим електричним приводом, двох модулів їх середніх частин, які відрізняються лівими боковинами, та трьох модулів відділення водія, хоча достатньо й двох.

Інші можливі шляхи створення перспективних конкурентоспроможних аеропортних електробусів ґрунтуються на пропонованих компоновальних схемах, які передбачають застосування задніх привідних мостів типу "Де-Діон" з незалежною підвіскою одинарних коліс або балкового типу з інтегрованим ТЕД (рис. 3).

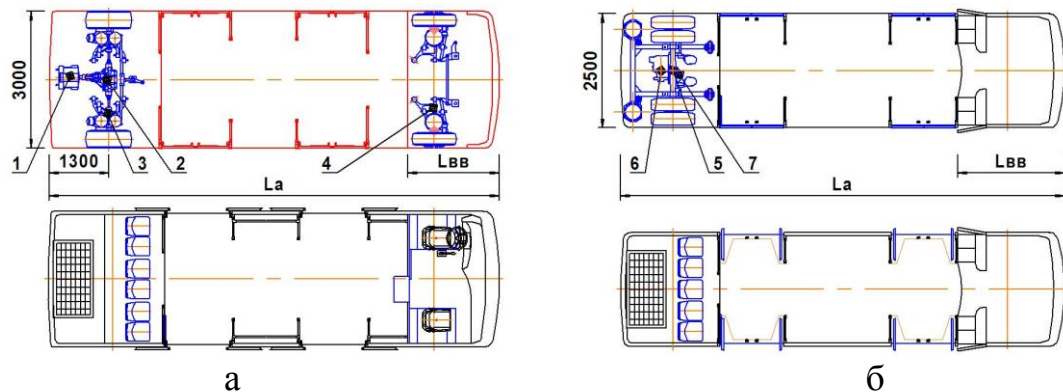


Рисунок 3 Компоновальні схеми електробуса із заднім розміщенням ТЕД:
а – варіант з привідним мостом типу "Де-Діон": 1 – ТЕД; 2 – редуктор головної передачі; 3 – незалежна підвіска одинарних привідних коліс; 4 – незалежна підвіска коліс керованого моста
б – варіант з привідним мостом балкового типу з інтегрованим ТЕД: 5 – балка моста; 6 – інтегрований ТЕД; 7 – редуктор головної передачі

На рис. 3 наведені різні варіанти входу до відділення водія і службової особи, які передбачають вхід із пасажирського салону (а) або через двоє дверей, розміщених у боковинах кузова за арками коліс керованого моста (б). Компоновальна схема (а) на основі привідного моста типу "Де-Діон" і незалежної підвіски одинарних коліс забезпечує створення аеропортних автобусів будь-якої ширини у діапазоні 2,5-3,2 м і, відповідно, різної пасажировмістимості, оптимальної для того чи іншого аеропорту, яка досягається і зміною габаритної довжини їх кузовів. Компоновальна схема (б) доцільна при створенні максимально уніфікованих міських і аеропортних електробусів однакової ширини. Різна пасажировмістимість аеропортних автобусів, у даному варіанті, досягається зміною габаритної довжини їх кузовів.

На основі запропонованих компоновальних схем розроблено кілька варіантів систем модульного проектування типорозмірних рядів аеропортних автобусів. Вони забезпечують створення аеропортних автобусів не тільки великого (ВКл) і особливо великого класів (ОВКл) за габаритною довжиною, але й автобусів середнього (СКл) і, навіть, малого (МКл) класів. При габаритній довжині у діапазоні 8,0-11,0 м пасажировмістимість аеропортних автобусів

шириною 2,5 м складає від 32-58 чол. (при 8,0 м) до 61-117 чол. (при 11,0 м) при питомій нормі 4-8 чол./м².

Література

1. Пат. 121390 України, Мкл В62D 47/02. Система модульної уніфікації кузовів автобусів [текст]/ Войтків С.В.; власник Войтків С.В. – Заяв. 24.03.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23. – 10 с.: 15 іл.

Войтків Станіслав Володимирович, к.т.н., генеральний конструктор,
Науково-технічний центр "Автополіпром"
Тараненко Михайло Євгенович, д.т.н., професор, завідувач кафедри
"Автомобілі та транспортна інфраструктура", Національний аерокосмічний
університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут",

ШЛЯХИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЯГОВИХ ПРИВОДІВ ЕЛЕКТРОБУСІВ І ТРОЛЕЙБУСІВ

На протязі 2010-2015 років спостерігається активний розвиток електробусів, призначених для міських перевезень пасажирів, а також для перевезень екскурсійних груп у межах міст. Крім того, з'явилися і аеропортні електробуси для перевезень пасажирів від пасажирських терміналів до повітряних суден, які знаходяться на віддалених стоянках і у зворотному напрямку. Багатьма відомими європейськими фірмами (MAN, "Volvo buses", "Solaris Bus&Coach S.A., SOR" та іншими) створено цілий ряд електробусів, які уже виготовляються серійно. Особливо великих успіхів у створенні і виробництві електробусів досягли китайські виробники, серед яких виділяється компанія "BYD Motors".

До недавнього часу розвиток компоновальних схем електричних тягових приводів (ЕТПр) електробусів відбувався за трьома напрямками на основі застосування:

- тягового електричного двигуна (ТЕД) і стандартного привідного моста балкового або порталного типу ("тролейбусна" схема);
- привідного моста порталного типу з інтегрованими ТЕД ("електро-мостова" схема);
- електричних мотор-коліс, ТЕД яких інтегровані у ступиці колісних вузлів ("електро-колісна" схема).

"Тролейбусна" компоновальна схема (рис. 1) все ще застосовується, оскільки це найдешевший шлях створення електробусів та тролейбусів.

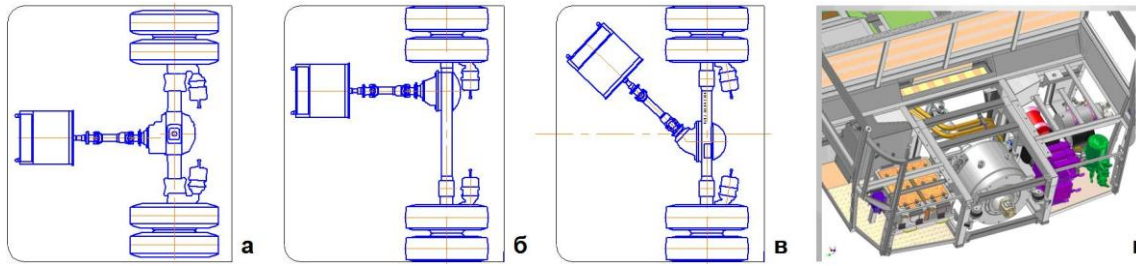


Рисунок 1 "Тролейбусна" схема електричного тягового приводу електробусів з поздовжнім центральним (а, г), зміщеним (б) або кутовим (в) розміщення ТЕД

"Електро-мостова" компоновальна схема ЕТПр – більш інноваційний шлях їх розвитку на основі застосування приводних мостів порталного типу з двома інтегрованими ТЕД і двома механічними редукторами (електропривід з редукторами, рис. 2) або без редукторів (прямий електропривід, рис. 3).

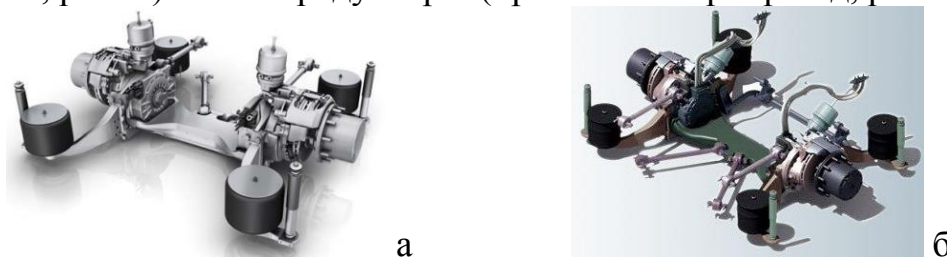


Рисунок 2 Привідні мости з електричним приводом подвійних коліс через додаткові механічні редуктори, інтегровані у балки порталного типу виробництва фірми ZF (а) та фірми BYD (б)



Рисунок 3 Портальний міст моделі "ZAwheel" із вбудованими у ступиці коліс ТЕД 1-го (а) та 2-го (б) поколінь (з електричними мотор-колесами)

Конструкція порталних мостів моделі "ZAwheel" характерна застосуванням одинарних коліс із шинами суперширокого профілю, у ступиці коліс яких інтегровані ТЕД прямого приводу, тобто з великим крутним моментом і низькою частотою обертання у межах до 1000 об/хв.

Свій варіант конструкції порталного моста з двома ТЕД (рис. 4), розміщеними між проміжними редукторами, розробила фірма "AxleTech" (США).



Рисунок 4 Портальний міст американської фірми "AxleTech" із двома ТЕД

"Електро-колiсна" компоновальна схема ЕТПр електробусiв передбачає застосування електричних мотор-колiс (рис. 5), у ступицi яких iнтегрованi ТЕД з додатковим механiчним редуктором або без редуктора (мотор-колеса прямого приводу).



Рисунок 5 Мотор-колесо з ТЕД прямого приводу i незалежною пiдвiскою

Звичайно, найбільш оптимальною являється схема ЕТПр електробусiв iз застосуванням незалежної пiдвiски електричних мотор-колiс прямого приводу, якi мають меншу неpiдресорену масу, але вони, безумовно, суттєво дорожчi.

На нещодавньому автосалонi комерцiйних автомобiлiв IAA-2018, що проходив 19-27 вересня у Ганноверi (Нiмеччина) ряд фiрм запропонували iншi шляхи створення ЕТПр на основi iнтегральних електричних привiдних мостiв (ЕПрМ) кiлькох нових типiв.

Компанiя "AxleTech's" розробляє ЕПрМ з коробками передач, якi зблокованi з електродвигунами канадської фiрми ТМ4 (рис. 6) [1].



Рисунок 6 Привiдний електричний мiст фiрми "AxleTech's"

Американська фiрма "Dana Inc." презентувала перший ЕПрМ з ТЕД i коробкою передач, якi iнтегрованi i центральну частину балки моста (рис. 7) [2].



Рисунок 7 Привідний електричний міст американської фірми "Dana Inc."

Наведені на рис. 6 і 7 шляхи розвитку ЕТПр на основі мостів балкового типу забезпечують проектування електробусів і тролейбусів на засадах мінімізації довжини задніх звисів їх кузовів. Перевагою цих мостів являється і менша маса. Проте, на думку авторів, перспективним шляхом створення електробусів та тролейбусів все ж являється застосування ЕТПр на основі мостів типу "Де-Діон" з незалежною підвіскою одинарних коліс.

Література

1. e4000 series electric axles. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.axletech.com/at-admin/resources/Literature/e4000-series-electric-axle-2.pdf>.
2. Dana's E-Axle Enters Production for China. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.wardsauto.com/engines/dana-s-e-axle-enters-production-china>.

Клименко Віктор Володимирович, к.т.н, с.н.с, доцент кафедри Автомобільної техніки, Військова академії (м. Одеса)

Сакно Ольга Петрівна, к.т.н., ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

ПРОБЛЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ БЕЗПІЛОТНОГО АВТОМОБІЛЯ В НЕВИЗНАЧЕНИХ І КОНФЛІКТНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Стрімкий розвиток автомобільних електронних систем робить реальною ідею безпілотного автомобіля. Багато автовиробників і інші компанії активно працюють над створенням системи автоматичного управління автомобілем.

Проблема створення систем автоматичного управління автомобілем вирішується за двома основними напрямками [1]:

- комплексна автоматизація (роботизація) автомобіля (транспортного засобу);
- автоматизація окремих режимів руху транспортного засобу (система автоматичного паркування, рух у пробках, переміщення по автомагістралі).

Рішення проблеми за першим напрямком передбачає комплексний підхід в дослідженні процесу функціонування автомобіля, як наземного робототехнічного комплексу (НРТК) в різних умовах експлуатації.

В роботі запропоновано підхід до формалізації проблеми якісного функціонування автомобіля, як наземного робото-технічного комплексу в різних умовах його експлуатації.

Виникнення, побудова та застосування робото-технічних комплексів в автомобілебудуванні підпорядковується закону передачі технологічної функції від людини до технічного засобу, який виступає одним з напрямків роботизації сфери автомобільного транспорту, накладаючи свій відбиток на внутрішні закономірності розвитку автомобільного парку і військової автомобільної техніки зокрема. :

Під безпілотним автомобілем будемо розуміти НРТК, що експлуатується в межах системи «автомобіль–середовище експлуатації з об'єктами». Процес функціонування НРТК в такій системі характеризується високим рівнем інформаційної взаємодії між середовищем, його об'єктами і комплексом, які вирізняються значною інформативною невизначеністю та конфліктністю.

Як відзначається в [2] інформаційна взаємодія в умовах невизначеності пов'язана з вибором поведінки НРТК, як системи третього–четвертого рівнів ієрархії за класифікацією К. Боулдинга, алгоритмами управління нею в конфліктних ситуаціях та чинникам фізичної і технологічної причинності. Вказані чинники підпорядковуються інформаційній причинності, оскільки інформаційна функція є однією з основних функцій наземного РТК за призначенням, як підсистеми. Процедурно інформаційна взаємодія може протікати в одній з трьох форм:

- узгоджена інформаційна взаємодія передбачає координацію поведінкових мотивів та єдність цілей, що виникають в процесі функціонування підсистем РТК і об'єктів взаємодії;

- індиферентна інформаційна взаємодія, яка реалізується в ситуації «байдужості» РТК по відношенню до процесу отримання інформації, але при цьому рівень апіорної невизначеності щодо характеру взаємодії зростає;

- конфліктна інформаційна взаємодія відрізняється наявністю антагонізму цільових функцій об'єктів взаємодії, які прагнуть досягти несумісного відносно один одного стану і супроводжується високим рівнем невизначеності стосовно стану середовища, параметрів і характеристик існуючих різносенсорних каналів, а також носіїв інформації, що використовуються в них.

Особливість конфліктної стратегії інформаційної взаємодії полягає в необхідності враховувати ситуаційну невизначеність умов функціонування НРТК. Ситуаційна невизначеність розуміється, як недостатність та нечіткість вихідних інформаційних даних, що породжені недетермінованими джерелами, наприклад, станом навколишнього середовища, діючими факторами активного або пасивного впливу об'єктів середовища.

У зв'язку з тим, що закон передачі технологічної функції від людини до технічного засобу є суттю роботизації, а умови експлуатації НРТК будуть

характеризуватися інформаційною невизначеністю, то необхідно відмітити наступне:

- по-перше: наземний робото-технічний комплекс є складовою частиною, підсистемою системи вищого порядку, а за активної протидії з боку об'єктів середовища застосування НРТК в такій ієрархічній структурі може виявитись не ефективною;

- по-друге: інтегрування наземного робото-технічного комплексу в інформаційні процеси конфлікту умовно необхідно розглядати, як конфліктну інформаційно-керовану систему взаємодії (КІКСВ) [3]. Цільове призначення наземного робото-технічного комплексу в цій системі пов'язано з боротьбою за точність, достовірність, повноту та своєчасність інформації стосовно просторово-часового положення і функціонального стану комплексу з однієї сторони та середовища і його об'єктів з іншої сторони конфлікту.

- по-третє визначальним фактором діяльності в КІКСВ є розподіл або вибір ініціативи: стимулювання вибору та/або вільний вибір цільових орієнтирів - розширює можливості НРТК і одночасно є важливою умовою його ефективного застосування. Однак, слід розуміти, що конкретне досягнення цих орієнтирів в реальній дорожній обстановці в значній мірі залежить від обмеження форм і способів управління життєдіяльністю НРТК, кінцевою метою якого є досягнення найбільш корисного ефекту за найменших зусиль і витрат;

- НРТК, як складова КІКСВ, володіє властивістю рефлексивної симетрії [3–4], для якої притаманна двоконтурна архітектура реалізації.

Таким чином, смислова структура КІКСВ об'єктів роботизації і середовища об'єднує в собі: безпосередньо середовище та об'єкти інформаційно-керованої системи взаємодії, реальний об'єкт роботизації (автомобіль, як інформаційно-керовану систему з рефлексією) та умовні рівні концептуалізації: рівень модельного представлення, рівень формалізованого представлення та образ конфліктної інформаційно-керованої системи взаємодії.

В свою чергу рівень модельного представлення характеризує моделювання процесу взаємодії шляхом розробки концептуальної (змістової) моделі взаємодії її стохастичної та інформаційної форм,

На рівні формалізованого представлення описується невизначеність предметної області через аналіз та подальшу адаптацію структурної і параметричної невизначеності, а також аналіз невизначеності вхідних сигналів з подальшою її адаптацією шляхом формування додаткових каналів та різносенсального комплексування вхідної інформації.

Визначені в моделі рівні разом з образом конфліктної інформаційно-керованої моделі формують складові моделі адаптації НРТК в умовах невизначеностей в єдине ціле.

Із результатів аналізу структури запропонованої моделі та її формалізованого опису витікає декілька важливих напрямків конкретизації предметної області стосовно моделювання процесу адаптації наземного РТК до

дестабілізуючих умов середовища експлуатації. Зокрема, пропонується звернути увагу:

- на визначення критерію оптимального об'єднання інформаційних потоків та комплексування різносенсорних каналів наземного робото-технічного комплексу в ситуації надлишковості інформаційної системи;

- на допустимість застосування базових положень теорії адаптації систем в класі оптимізаційних задач, що пов'язані з мінімізацією втрат інформаційних можливостей наземним робото-технічним комплексом в умовах впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів штучного походження;

- на необхідність пошуку в класі оптимальних алгоритмів адаптації наземного робото-технічного комплексу, найменш чутливого до дестабілізуючих факторів внутрісистемного походження, об'єктивно присутніх у будь-якій інформаційній системі.

Запропонована модель інформаційної взаємодії НРТК з навколишнім середовищем та його об'єктами має усі признаки універсальності та може служити базовою моделлю дослідження процесу функціонування безпілотного автомобіля в невизначених і конфліктних умовах експлуатації.

Література

1. Система автоматического управления автомобилем [Електронний ресурс] // Стаття – Режим доступу до статті : http://systemsauto.ru/another/automatic_driving.html.
2. НДР «Бар'єр», Держ.реєстр. № 0101U002533.
3. Юревич Е.И. Управление роботами и робототехническими системами / Е.И. Юревич. – СПб.: БХВ-Петербург, 2000. – 85 с.
4. Юревич Е.И. Сенсорные системы в робототехнике : учеб. пособие / Е.И. Юревич. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 100 с.

Лук'янченко О.Ю., к.т.н., доцент, Черкаський державний технологічний університет

Коломієць Я.С., студент, бакалавр, Черкаський державний технологічний університет

РОЗРОБКА КРИТЕРІЇВ ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ ОПЕРАТИВНИХ СЛУЖБ

Викладення основного матеріалу. Процес проектування будь якого об'єкта розпочинається з формування до нього комплексу вимог, які нададуть об'єкту найбільшу ефективність під час експлуатації. Загалом, вказані вимоги формуються відповідно до наступних елементів, що дозволяє сформувати відповідну систему:

- функціональне призначення об'єкта;
- середовище його цільового використання;

-техніко-економічні вимоги.

Ці елементи є дуже важливими хоча іноді вони можуть сильно обмежувати конструкторів при проектуванні обертів. В більшості випадків це є економічні вимоги які не дають можливості встановити на оперативні автомобілі те обладнання яке дійсно підвищить його ефективність і інші його характеристики. Адже оперативний автомобіль - це не звичайна серійна модель метою якої є перевезення екіпажу і обладнання з пункту А до пункту Б з мінімальними затратами, але для оперативного автомобіля це не являється головною задачею, хоч у нас таких багато їздить, він повинен як най швидше дійхати до місця аварії при чому перевезти екіпаж і додаткове спец. обладнання для роботи безпосередньо на місці аварії.

Необхідність в перевезенні особового складу відповідної служби накладає на оперативний автомобіль комплекс вимог щодо пристосованості до перевезення пасажирів. Це такі вимоги як: [3]

- пасажиромісткість – забезпечення безпеки пасажирів та забезпечення високої швидкості посадки та висадки пасажирів;
- вантаже підйомність – необхідність перевезення обладнання необхідного для усунення аварії;
- спортивні якості – можливість якомога швидше і при цьому безпечно дійхати до місця аварії;
- стаціонарні вимоги – щоб автомобіль був не тільки як засіб пересування, а як інструмент для усунення аварії;

Наступною відмінністю оперативного автомобіля від автомобіля загального призначення є постійна готовність до виконання транспортної роботи. Під терміном «готовність» розуміють наступне. Оперативний автомобіль - більшу частину часу експлуатації знаходиться в режимі очікування. Однак, при цьому автомобіль має бути готовим до негайного виїзду. Слід відмітити, що поняття «готовність» включає в себе такі основні фактори як технічний стан транспортного засобу та час підготовки до виїзду. Технічний стан автомобіля є абстрактним поняттям, що не може бути вираженим в числовому еквіваленті, також особливістю цього фактору є те, що рівень технічного стану залежить тільки від якості функціонування технічної служби, що проводить обслуговування.

Ще однією принциповою відмінністю оперативного транспортного засобу від автомобіля загального є те, що оперативний автомобіль окрім виконання транспортної роботи повинен забезпечити ще і роботу особового складу на місці виклику. При цьому необхідно враховувати, що деякий час займає процес розгортання та введення в дію спец. обладнання. Даний відрізок часу також має бути мінімальним.

Оскільки приведені вище вимоги до оперативних транспортних засобів закладається на етапі його проектування, тому необхідно визначити та проаналізувати існуючі методи конструювання автомобілів оперативних служб. Виділяють три методи створення оперативних автомобілів: [1]

- доопрацювання існуючого, базового шасі автомобіля загального призначення з метою адаптування його до умов середовища його цільового призначення;

- встановлення на базове шасі спеціальної надбудови, яка забезпечує виконання спеціальних функцій;

- застосування окремих вузлів та агрегатів базових чи спеціально розроблених шасі для побудови нового шасі з новими властивостями, які були відсутні в базових моделях.

Найбільш ефективним є третій метод проектування оперативних автомобілів, оскільки він дає можливість варіювати властивостями структурних компонентів автомобіля для забезпечення найвищих експлуатаційних та конструкційних показників. Однак, всі оперативні автомобілі вітчизняного та переважна більшість зарубіжного виробництва створюється за схемою «базове шасі - спеціальна надбудова», що не забезпечує його найвищої ефективності, оскільки не враховується взаємодія окремих елементів автомобіля та її вплив на загальну ефективність. Причиною цього є превалювання конструкторсько - технологічних вимог на етапі розробки технічного завдання проектування оперативного автомобіля, з метою забезпечення найвищих економічних показників виробу, що для автомобілів оперативних служб є не виправданим рішенням, оскільки вказані транспортні засоби використовують для порятунку життя людей та матеріальних цінностей.

Проектування автомобіля зазвичай починається з проектування кузова. При дослідженні всіх можливих кузовів які можна застосувати для оперативних автомобілів не втрачаючи при цьому вище перекислених вимог було прийнято що найкраще підходить кузов вагонного типу, адже при проектуванні в такому кузові можна розмістити якомога більше обладнання не втрачаючи при цьому місця для пасажирів і не нехтуючи габаритами автомобіля. Вагонна компоновка є досить універсальна і може підходити практично до будь яких завдань і призначень автомобіля. На рисунку 2 зображено приклад застосування оперативного автомобіля в вагонній компоновці. [2]

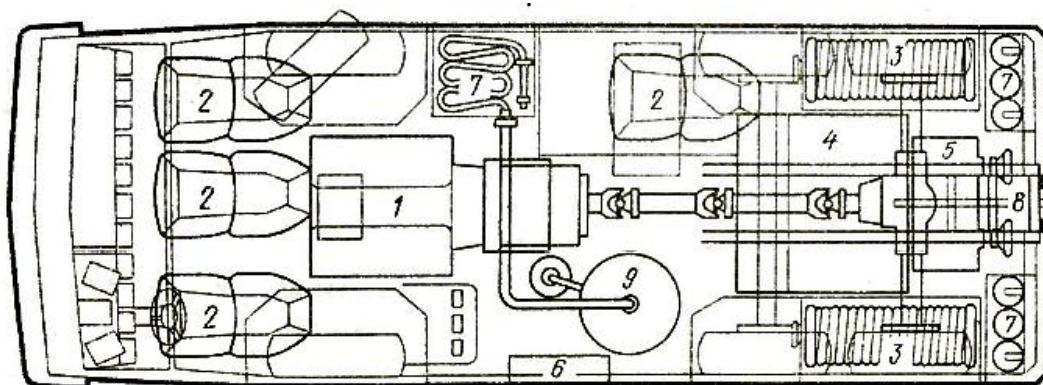


Рисунок 1 – Схема автомобіля оперативних служб в вагонній компоновці

На рисунку видно як щільно розташовується обладнання при не великих розмірах самого автомобіля. Це досить суттєво може змінити як можливості так і характеристики оперативних автомобілів. Такий автомобіль матиме змогу проїхати в будь якому тісному просторі будь це затор або двір і завдяки такій конструкції: по перше можна встановити двигун там де він буде най менше заважати і по друге можна (необхідно) встановити двигун більш потужніший який дасть змогу автомобілю швидше прискорюватись.

Також важливо щоб оперативні автомобілі було видно в потоці коли вони їдуть на виклик. Стандартної люстри (спец. сигнал) з гучномовцем не завжди достатньо для того щоб водії побачили або почули оперативний автомобіль . Тому більш логічно буде використовувати в ролі стробоскопу штатні прилади освітлення і сигналізації для подання світлових сигналів а також спеціальну кольорову гаму яка надасть змогу водіям бачити оперативні автомобілі на досить великій відстані.

Отже, з викладених вище матеріалів робимо висновок, що існуючі автомобілі оперативних служб не відповідають вимогам, що забезпечують їх максимальну ефективність, тому виникає необхідність у розробці нових концепцій у створенні автомобілів оперативних служб.

Література

1. Яковенко Ю.Ф. Концептуальные подходы к созданию и технические решения зарубежных пожарных автомобилей нового поколения / Ю.Ф. Яковенко, К.Ю. Яковенко Пожаро-взрыво безопасность. - 2003. - № 2. - С. 58-63.
2. Яковенко Ю.Ф. Современные пожарные автомобили / Ю.Ф. Яковенко — М.: Стройиздат, 1988. - 352 с.
3. Лук'янченко Ю.О., Биченко С. М. Критерії формування вимог до автомобілів оперативно-рятувальних служб / Ю.О. Лук'янченко, С. М. Биченко 2013

Малащенко Володимир Олександрович., д.т.н., проф., Національний університет „Львівська політехніка”

Венцель Євген Сергійович., д.т.н., проф., Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Семенюк Володимир Федорович., д.т.н., проф. Одеський національний політехнічний університет

КОВЗАННЯ У ЗАЧЕПЛЕННІ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧАХ

Відомо, що на термін роботи зубчастих передач загального машинобудування залежить у певній мірі впливають: матеріали та термообробка робочих поверхонь коліс; швидкостей їх обертання; температури навколишнього середовища; рівномірного розподілення навантаження; конструктивного виконання тощо [1-7]. Більше того, у великогабаритних зубчастих передачах (рис. 1,а) внаслідок великої висоти зубців виникають значні питомі ковзання

робочих профілів одного відносно іншого. Зона чистого перекочування профілів зубців одного по другому займає незначну частину робочої лінії зачеплення. У значній більшості точок, що знаходяться на лінії зачеплення, колові швидкості робочих профілів зубців є різними за значенням і напрямом [8]. Внаслідок цього у точках контакту виникає відносний рух, що приводить до появи швидкості ковзання, вектори яких направлені за спільною дотичною до спряжених евольвент, які проведені через точки доторкання профілів зубців (рис.1,б) .

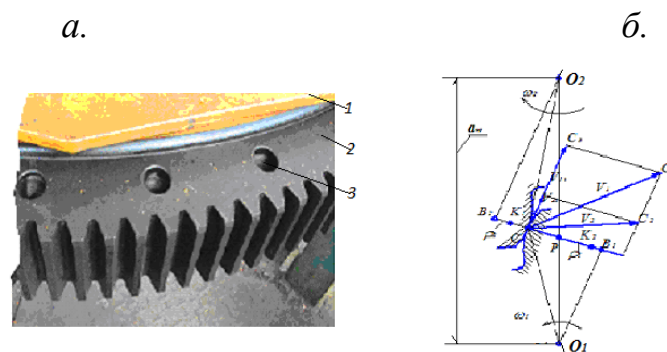


Рисунок. 1. Фрагмент составного великогабаритного колеса - а: 1 – маточина; 2 – сегмент составного зубчастого вінця колеса; 3 – отвори для з'єднувальних болтів, - б – схема швидкостей

Мета роботи полягає в проведенні аналізу процесу зачеплення великогабаритної зубчастої передачі з визначенням величини відносного ковзання робочих профілів зубців та розробки рекомендацій з його зменшення, що сприятиме збільшенню строку роботи великомасових механічних приводів.

Беручи до уваги [1] рисунок 1,б, можна описати питоме ковзання у довільній точці зачеплення у загальному вигляді так

$$\varepsilon_{it} = V_k / V_{it} ; i = 1, 2, \text{ або маємо } \varepsilon_{it} = 1 - V_{2t} / V_{1t} . \quad (1)$$

Виконуючи очевидне перетворювання, із загального рівняння (1) дістанемо значення питомого ковзання для:

$$\text{- шестерні} \quad \varepsilon_{it} = \frac{\rho_{2t} \omega_2}{\rho_{1t} \omega_1} - 1 = \frac{\rho_{2t}}{\rho_{1t} u} - 1 ; \quad (2)$$

$$\text{- колеса} \quad \varepsilon_{it} = \frac{\rho_{1t} \omega_1}{\rho_{2t} \omega_2} - 1 = \frac{\rho_{1t} u}{\rho_{2t}} - 1 , \quad (3)$$

де ε_{it} і ε_{it} - питоме ковзання у довільній точці зачеплення; ρ_{1t} і ρ_{2t} - біжучі радіуси кривини профілів зубців.

Адекватність одержаних рівнянь (2) і (3) підтверджується тим, що в полюсі зачеплення колові швидкості шестірни та колеса рівні між собою і питомі ковзання дорівнюють нулю.

Одержано також величини питомого ковзання у функції часток робочої лінії зачеплення шестірни та колеса:

$$\text{- на головках шестерні - } \varepsilon_{it} = \frac{l_1(u+1)}{0,5d_1 \sin \alpha_t + l_1} \text{ і колеса - } \varepsilon_{jt} = \frac{l_2(u+1)}{0,5d_2 \sin \alpha_t + l_2}; \quad (4)$$

$$\text{- на ніжках шестерні - } \varepsilon_{it} = \frac{l_1(u+1)}{0,5d_1 \sin \alpha_t - l_1} \text{ і колеса - } \varepsilon_{jt} = \frac{l_2(u+1)}{0,5d_2 \sin \alpha_t - l_2}, \quad (5)$$

де l_1 і l_2 – частки робочої лінії зачеплення шестірни та колеса; u – передаточне відношення при напрямку руху від шестірни до колеса; d_1 і d_2 – ділильні діаметри шестірни та колеса; α_t – кут зачеплення у торцевому перерізі коліс.

Частки загальної лінії зачеплення змінюються за залежностями:

$$\text{- шестірни } l_1 = 0,5d_{01}(tg\alpha_{t1} - tg\alpha_{t2}); \quad (6)$$

$$\text{- колеса } l_2 = 0,5d_{02}(tg\alpha_{t1} - tg\alpha_{t2}), \quad (7)$$

де d_{01} і d_{02} – діаметри основних кіл шестірни та колеса; α_{t1} і α_{t2} – кути тиску на колах вершин зубців шестірни та колеса:

$$\cos \alpha_{t1} = d_{o1} / d_{a1}; \quad \cos \alpha_{t2} = d_{o2} / d_{a2}. \quad (8)$$

Дослідження проведено для параметрів: міжосьова відстань – 2490 мм; ширина шестірни – 440 мм, колеса – 430 мм; кількість зубців шестірни – 29, колеса – 220; модуль зубців – 20 мм; ділильний діаметр шестірни – 580 мм, колеса – 4400 мм.

Для цього класу зубчастих передач важливим є знання величини питомого ковзання у точках переспряження робочих профілів зубців, нехай M_1 і M_2 , що для однопарного зачеплення знаходяться на робочій лінії зачеплення та описуються так:

$$\varepsilon_{M1} = \frac{(l_{os} - l_1)(u+1)}{u(0,5d_1 \sin \alpha_s - l_{os} + l_1)}. \quad (9)$$

$$\varepsilon_{M2} = \frac{(l_{os} - l_2)(u+1)}{u(0,5d_2 \sin \alpha_s - l_{os} + l_2)}, \quad (10)$$

де l_{os} - фіксована частка робочої лінії зачеплення.

Після використання вихідних параметрів рівняння (9) зводиться до вигляду:

$$\varepsilon_{M1}^{II} = 0,64 \frac{u+1}{u} \quad \text{і} \quad \varepsilon_{M1}^{III} = 3,62 \frac{u+1}{u}. \quad (11)$$

Одержані результати підрахунків за рівняннями (11) для зручності практичного використання зведено в табл. 1.

Таблиця 1 **Отримані величини питомого ковзання**

u	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{u+1}{u}$	2,00	1,50	1,34	1,24	1,20	1,166	1,143	1,125	1,111	1,100
ε_{M1}^{II}	1,28	0,96	0,85	0,80	0,77	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70
ε_{M1}^{III}	7,2	5,43	4,85	4,36	4,32	4,22	4,13	4,07	4,02	3,96

За результатами кількісного аналізу доведено, що питоме ковзання великогабаритних зубчастих передач можна зменшити за рахунок збільшення передаточного відношення, але це веде до збільшення їх габаритів. Тому на практиці потрібно орієнтуватись на середні габарити і кількісно визначати питоме ковзання в зачепленні.

Зменшення питоме ковзання великогабаритних зубчастих передач можна здійснювати за рахунок відповідного їх корегування та застосування надійних способів мащення робочої зони профілів зубців.

Література

1. *Добровольский В.А.* Детали машин. Теория, конструкция и расчеты / В.А. Добровольский//. – М.: ГНТИ машиностроительной литературы, 1945. – 815 с.
2. *Заблонский К.И.* Зубчатые передачи / К.И. Заблонский/. – Киев: Техника, 1977. – 208 с.
3. *Заблонский К.И.* Детали машин / К.И. Заблонский /. – К.: Вища школа, Главное изд. 1999. – 518 с.
4. *Кожевников С.Н.* Теория механизмов и машин / С.Н. Кожевников/. 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1973. – 591 с.
5. *Кожевников С.Н.* Механизмы. Справочное пособие / С.Н. Кожевников, Я.И. Есипенко, Я.М. Раскин//. – М.: Машиностроение, 1976. – 784с.
6. *Малащенко В.О.* Деталі машин. Підручник / В.О. Малащенко//. – Львів. Новий Світ – 2000, 2015. – 194 с.
7. *Малащенко В.О.* Навантажувальна здатність приводів великомасових систем, монографія/ В.О. Малащенко, Г.П. Куновський//. – Львів. Новий Світ – 2000, 2015. – 194 с.
8. *Малащенко В.О.* Графічні методи розрахунку деталей машин / В.О. Малащенко, В.М. Стрілець, О.Р. Стрілець // . – Рівне,. Видав. НУВГП, 2013. – 320 с.

Никонов Вадим Олегович, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО ВГЛТУ имени Г. Ф. Морозова

Посметьев Валерий Иванович, д.т.н., профессор, профессор ФГБОУ ВО ВГЛТУ имени Г. Ф. Морозова

ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСНОГО МОДУЛЯ С НЕЗАВИСИМОЙ ТОРСИОННОЙ ПОДВЕСКОЙ

Используемый в настоящее время парк грузовых автомобилей представлен достаточно широкой номенклатурой как отечественными, так и зарубежными образцами. В тоже время широко используемые традиционные конструкции зависимых подвесок неоправданно снижают эксплуатационные свойства таких грузовых автомобилей. К основным недостаткам зависимых подвесок относятся следующие: невозможность рационального использования межколесного подрамного пространства; выступающие детали и узлы ходовой части, снижающие проходимость грузовых автомобилей; повышенная металлоемкость автомобиля; сложность компонования в несущих системах грузовых

автомобилей; увеличенные размеры и трудность исполнения конструкции в виде автономного модуля; недостаточные углы поворота управляемых колес [1-2].

С целью устранения отмеченных недостатков авторами были проанализированы многочисленные традиционные и оригинальные конструкции подвесок грузовых автомобилей из доступных литературных источников и патентных материалов. Это позволило предложить конструкцию независимой торсионной подвески, выполненную в виде колесного модуля, схема устройства которого представлена на рисунке 1.

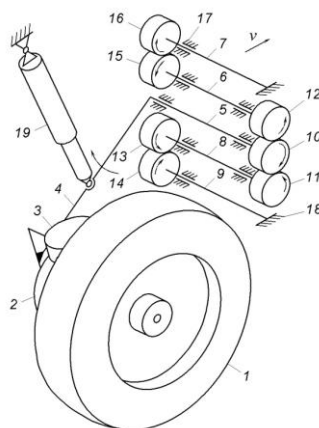


Рисунок 1 – Схема устройства колесного модуля с независимой торсионной подвеской

Она включает в себя колесо 1 со встроенными в нем гидравлическими мотор-редуктором 2 и механизмом поворота колеса 3. К корпусу мотор-редуктора 2 шарнирно присоединена вилка-рычаг 4, свободный конец которой жестко соединен с центральным торсионным валом 5. В свою очередь свободный конец торсионного вала 5 с жестко закрепленным на нем ведущим зубчатым колесом 10 соединен последовательно с параллельно и симметрично ему расположенными одним или несколькими торсионными валами 6-9 посредством зубчатых колес 11-16, которые также жестко закреплены на концах этих валов. Торсионные валы установлены в подшипниках 17, закрепленных на корпусе транспортного средства 18. При этом крайние от центрального 5 торсионные валы 7 и 9 своими свободными концами также жестко закреплены на корпусе 18. С целью гашения вертикальных колебаний кузова транспортной машины в колесном модуле может быть установлен амортизатор 19, шарнирно закрепляемый между вилкой-рычагом 4 и корпусом 18.

Работа независимой торсионной подвески транспортного средства заключается в следующем. При движении транспортного средства по дороге колесо 1, под воздействием реакции в точке контакта с неровностью или препятствием, благодаря вилке-рычагу 4 отклоняется вверх относительно корпуса транспортного средства 18. При этом вилка-рычаг 4, посредством зубчатых колес 10-16, закручивает центральный 5 и остальные торсионные

валы 6-9, закрепленные в подшипниках 17. В результате этого торсионные валы 6-9 закручиваются навстречу друг другу относительно жестко закрепленных на раме 18 свободных концов крайних торсионных валов 7 и 9 на угол в пределах допустимой упругой деформации. Накапливаемая при этом в торсионных валах потенциальная энергия, после прохода колесом 1 неровности или препятствия, возвращает вилку-рычаг 4 с колесом в исходное положение.

Важным достоинством предлагаемой конструкции независимой торсионной подвески является возможность достижения необходимой ее жесткости путем подключения к ведущему зубчатому колесу 10 центрального торсионного вала 5 нескольких зубчатых колес с торсионными валами, параллельно расположенными относительно центрального. Такое компонование торсионных валов позволяет выполнять подвески автономными, компактными и более рационально использовать межколесное пространство транспортного средства по сравнению с традиционными типами подвесок.

Литература

1 Посметьев, В. И. Обоснование схемы лесовозного автомобиля, оснащенного перспективной конструкцией колесного модуля с гидроприводом [Текст] / В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 3 (58). – С. 27-34.

2 Посметьев, В. И. Перспективная конструкция гидравлического колесного модуля независимой подвески для автомобилей [Текст] / В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Строительные и дорожные машины. – 2017. – № 9. – С. 28-33.

Пилипенко Олександр Михайлович, д.т.н., професор,
Батраченко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент,
Черкаський державний технологічний університет

НОВИЙ ШЛЯХ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АНТИКРИЛ РАЛІЙНИХ АВТОМОБІЛІВ

Підвищення зусилля притискання гоночного автомобіля до траси покращує два його показники - розгінні характеристики та керуваність. Особливо важливим це є для ралійних автомобілів, які під час свого руху виконують численні стрибки на нерівностях траси зі складним покриттям.

Метою роботи є обґрунтування за допомогою чисельного моделювання нового способу розміщення антикрил ралійного автомобіля, спрямованого на підвищення їх притискної здатності.

Моделювання проводилось із використанням програмного комплексу FlowVision. При моделюванні прийнято такі допущення : об'єктом досліджень обрано 3D-модель ралійного автомобіля марки «Subaru Impreza WRC», автомобіль нерухомий, на нього набігає потік повітря із відповідною швидкістю.

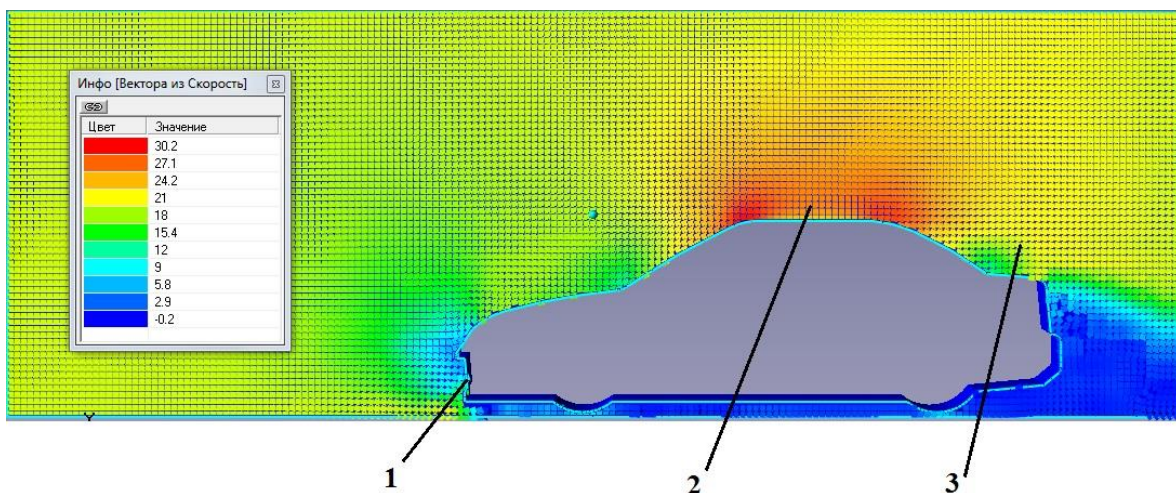
На рисунку 1 показано результати моделювання. Аналізуючи отримані

результати в контексті поставлених в роботі задач, можна виділити три характерні зони обтікання повітрям профілю автомобіля: 1 - зона розміщення переднього антикрила у відомих конструкціях ралійних автомобілів, 2 - зона над дахом кузова, 3 - зона розміщення заднього антикрила у відомих конструкціях ралійних автомобілів.

Яскраво видно, що для усіх досліджених режимів руху автомобіля швидкість v_2 потоку повітря в зоні 2 над дахом кузова суттєво зростає по відношенню до початкової швидкості повітря. В середньому вона зростає в 1,48 разу. Це означає, що, наприклад, при русі автомобіля зі швидкістю $v_{\text{набіг}}=100$ км/год потік повітря, який огинає дах кузова зверху, рухається зі швидкістю $v_2=148$ км/год. Пояснити це можна тим, що дах кузова автомобіля утворює немовби звуження каналу по якому рухається повітря. В ньому швидкість потоку збільшується у відповідності до закону Бернуллі.

Звертають на себе увагу і особливості аеродинаміки в зонах 1 і 3. В них швидкість потоку повітря навпаки є меншою за початкову швидкість (за швидкість руху автомобіля). В зоні розміщення переднього антикрила 1 потік гальмується внаслідок лобового опору передньої частини капоту автомобіля та внаслідок необхідності дворазової різкої зміни напрямку руху на 90° для огинання переднього антикрила. Як наслідок, швидкість повітря v_1 в цій зоні є в середньому в 1,87 рази меншою за швидкість руху автомобіля.

В зоні 3 потік повітря гальмується внаслідок характерної зміни геометричної форми кузова в зоні заднього скла (висота профілю автомобіля зменшується) та внаслідок утворення завихрень потоку. Це призводить до зниження швидкості повітря v_3 в зоні розташування заднього антикрила в



середньому на 10% в порівнянні зі швидкістю руху автомобіля.

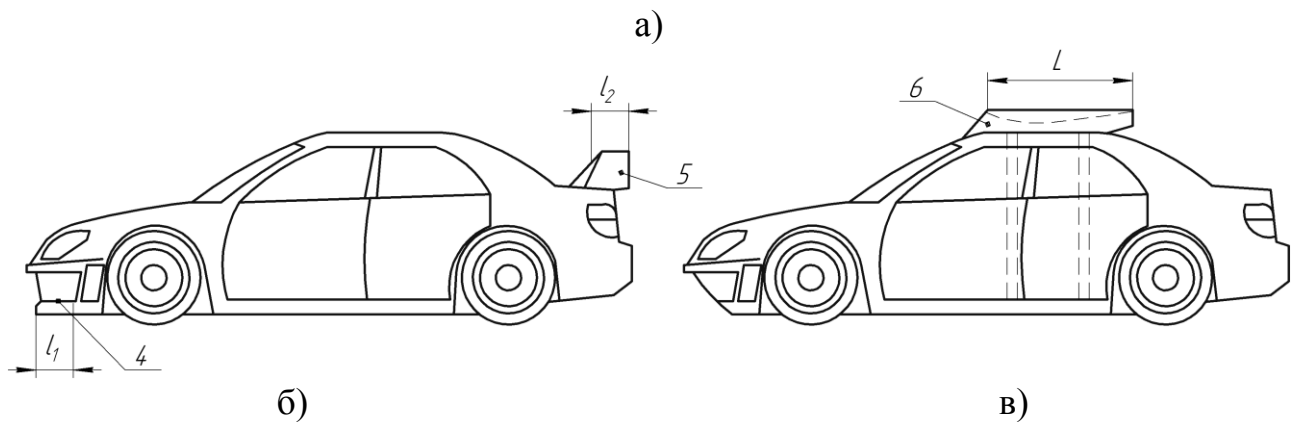


Рисунок 1. Результати визначення швидкості повітря при русі ралійного автомобіля марки «Subaru Impreza WRC» та схеми даного автомобілю із різним розташуванням антикрил:

а) - рух зі швидкістю 19,44 м/с (70 км/год); б) - схема автомобілю із класичним розташуванням антикрил; в) - схема автомобілю за новим, розробленим, способом розташування антикрил; 1 - зона розташування переднього антикрила; 2 - зона над дахом кузову автомобіля; 3 - зона розташування заднього антикрила; 4 - переднє антикрило; 5 - заднє антикрило; 6 - верхнє антикрило; l_1 , l_2 , L - довжини антикрил.

Якщо ж порівняти швидкості v_1 і v_3 зі швидкістю v_2 , то виявляється, що швидкість в зоні 1 є нижчою в середньому в 2,75 разу, а в зоні 3 - в 1,62 разу. Це дозволяє зробити висновок, що класичне розміщення антикрил ралійних автомобілів в передній та задній частинах кузову (рис. 1, б) не дозволяє максимально ефективно використовувати кінетичну енергію потоку повітря, який набігає на автомобіль, для створення зусилля притискання автомобілю до траси. Наступний висновок, який логічно випливає з аналізу результатів моделювання, дозволяє запропонувати нове розміщення антикрил над дахом кузову ралійного автомобіля (рис. 1, в) з обов'язковою наявністю робочих площин антикрил в зоні, максимально наближеній до лобового скла. При цьому над дахом кузову може бути встановлено двоє або більше антикрил із загальною площею робочої поверхні, як у відомих конструкціях автомобілів. А може бути встановлене одне антикрило із довжиною, яка наближена до довжини даху кузову (рис. 1, в), зважаючи на конструктивні резерви, що характерні для зони 2 ралійного автомобіля.

З метою підвищення надійності конструкції, ралійний автомобіль доцільно обладнати додатковими стійками, які будуть передавати силу притискання від антикрила на нижню частину кузову автомобіля.

Оцінити величину притискної сили антикрил можна за допомогою відомого виразу:

$$F = C_y \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S, \quad (1)$$

де F - притискна сила, Н; C_y - коефіцієнт притискної сили, який залежить від

кута атаки; ρ - густина повітря, кг/м^3 ; v - швидкість потоку повітря, який набігає, м/с ; S - робоча площа крила, м^2 .

Порівняти величину притискної сили для класичного $F_{\text{клас}}$ та нового $F_{\text{нов.}}$ способів розміщення антикрил можна за значення коефіцієнту збільшення притискної сили K_F :

$$K_F = \frac{F_{\text{нов.}}}{F_{\text{клас}}} = \frac{v_2^2 \cdot S_2}{v_1^2 \cdot S_1 + v_3^2 \cdot S_3}, \quad (2)$$

де v_1 - швидкість потоку повітря в зоні 1 (відповідно до рис. 1), м/с ; v_2 - швидкість потоку повітря в зоні 2; v_3 - швидкість потоку повітря в зоні 3; S_1 - робоча площа переднього антикрила 4, яке розташоване в зоні 1, м^2 ; S_2 - робоча площа верхнього антикрила 6, яке розташоване в зоні 2, м^2 ; S_3 - робоча площа антикрила 5, яке розташоване в зоні 3, м^2 .

В таблиці 1 наведено дані, отримані при чисельному моделюванні та при розрахунках за виразом (2).

Таблиця 1

Порівняння ефективності роботи антикрил при різних способах їх розміщення

Швидкість руху автомобіля $v_{\text{набіг}}, \text{м/с}$	Середня швидкість повітря			Коефіцієнт збільшення притискної сили K_F (відповідно до рис. 1, б, в)	
	$v_1, \text{м/с}$	$v_2, \text{м/с}$	$v_3, \text{м/с}$	при $L=l_1+l_2$ та $l_1=l_2$	при $L=2,5(l_1+l_2)^*$ та $l_1=l_2$
19,44	10,38	29,15	17,93	3,96	9,22
27,78	13,84	41,38	25,17	4,15	10,37
36,11	21,65	53,27	32,78	3,68	9,20

* - значення $L=2,5$ обумовлене можливістю збільшити довжину антикрила на всю довжину даху кузову даної марки автомобіля

Отримані результати доводять перспективність використання нового способу розміщення антикрил на ралійних автомобілях. Приріст притискної сили у 3,68-10,37 раз можна корисно використовувати в необхідних межах для підвищення розгінних характеристик автомобіля, покращення його керованості та зменшення вірогідності аварійних ситуацій при відриві автомобілю від траси під час долаття її нерівностей.

Поляков Віктор Михайлович, к.т.н., доцент, Національний транспортний університет, м. Київ
Гірман Данило Костянтинівич, аспірант, Національний транспортний університет

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ МАНЕВРЕНОСТІ АВТОПОЇЗДІВ

Ринок транспортно-логістичних послуг важлива складова економіки України. Значна кількість вантажних перевезень полягає на автомобільний транспорт. Частка автомобільного транспорту в загальній структурі вантажоперевезень станом на 2017 рік займала 27,6% [1]. Для підвищення ефективності роботи зазвичай використовують автопоїзди, до складу яких входять автомобілі-тягачі та причіпні ланки (причепи та напівпричепи). Одним із шляхів підвищення ефективності використання зазначених транспортних засобів (ТЗ) є збільшення їх вантажопідйомності додаванням ланок чи зміною геометричних параметрів вантажної платформи.

Слід зазначити, такі зміни зменшують рівень безпеки дорожнього руху, знижують середню технічну швидкість руху як автопоїзда, так і всього транспортного потоку, ускладнюють маневрування на майданчиках з обмеженим простором. Для забезпечення необхідних показників маневреності кожен елемент автопоїзда повинен вписуватись у коло з внутрішнім радіусом 5,3 м і зовнішнім - 12,5 м [2].

Практикою доведено, що для отримання задовільних показників маневреності необхідно в конструкціях автопоїздів застосовувати системи управління причіпними ланками.

Реалізація кінематичного способу управління колесами причіпної ланки можлива, наприклад, з застосуванням гідравлічної системи керування (рис. 1) [3].

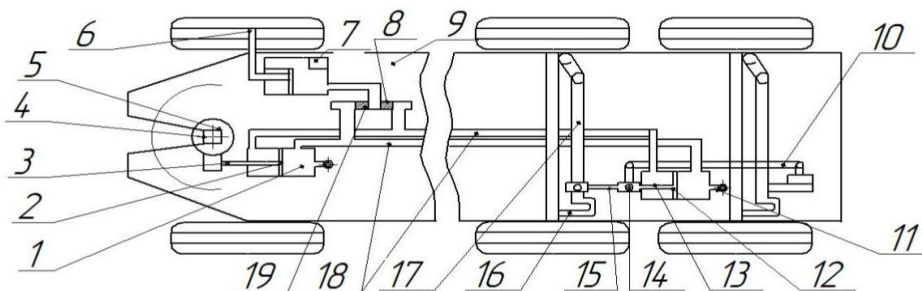


Рисунок 1 – Схема гідравлічного приводу керування поворотом коліс напівпричепа

1, 11 – гідравлічні циліндри; 2, 12 – поршні; 3, 13 – штоки; 4 – опорно-зчепний пристрій; 5 – шкворень; 6, 15, 16 – важелі; 7 – підкачуючий насос; 8, 19 – крани; 9 – рама; 10, 17 – тяги; 14 – сошка; 18 – трубопроводи

Пристрій управління колесами складається з двох гідравлічних циліндрів 1 та 11, трубопроводів 18, підкачуючого насоса 7 та рульових трапецій, з'єднаних із штоком гідравлічного циліндра 11.

При повороті автомобіля-тягача важіль шкворня, жорстко з'єднаний з платформою автомобіля-тягача, діє на шток 3 і поршень 2. При цьому масло з гідравлічного циліндра 1 надходить по трубопроводах 18 або в передню, або в задню порожнини циліндра 11 в залежності від напрямку повороту. Під дією тиску масла поршень 12 зі штоком 13 переміщується, діючи на передню рульову трапецію через сошку 14, важелі 15 і 16 і тягу 17 і викликає поворот коліс передньої вісі напівпричепа. Зусилля на рульову трапецію задньої осі передається за допомогою тяги 10, яка одночасно забезпечує і синхронність повороту коліс обох осей.

Безвідмовна робота системи гідравлічного приводу залежить від наявності в ній технічної рідини (мастила) та відсутності повітряних пробок. Прокачка системи (подання рідини та видалення повітря) здійснюється насосом 7 з важелем 6, з'єднаний з масляним бачком. З'єднання насоса з системою проводиться кранами 8 або 19. Підкачка проходить при русі по прямій ділянці дороги, коли колеса напівпричепа та автомобіля-тягача розташовані на одній прямій (поршні в обох циліндрах встановлюються при цьому в середнє положення).

До переваг систем гідравлічного управління положення коліс (осей) причіпної ланки автопоїзду слід віднести високі показники маневреності при русі по площам з обмеженим простором (наявність будівель, дерев та ін.).

Проте наявність таких систем значно ускладнює конструкцію рульового управління та підвищує собівартості виробництва. Крім того, зменшується корисний об'єм вантажної платформи.

Тому, можна з впевненістю стверджувати, що одним з перспективних шляхів підвищення показників маневреності автопоїзда, є реалізація динамічного способу повороту (змінюючи кутових швидкостей по різних бортам ТЗ), чому буде присвячена подальша робота.

Література

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 28.09.2018) – Назва з екрану.
2. DIRECTIVE 2002/7/EC of European parliament and of the council of 18 February 2002 amending Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. // Official Journal of the European Communities. - 2002. - No L67/47-49.
3. Бурков М. С. Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта / М.С. Бурков, Учеб. пособие для студентов вузов, - 3-е изд., перераб. и доп. - М., «Транспорт», 1979, 296 с.

Редзюк Анатолій Михайлович, к.т.н., доцент, ДП «ДержавтотрансНДІпроект»
Клименко Олексій Андрійович, к.т.н., доцент, ДП «ДержавтотрансНДІпроект»

ЩОДО СТРАТЕГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ДОРОЖНІМ ТРАНСПОРТОМ

Дорожній транспорт є основним споживачем моторних палив нафтового походження, що є важливим аспектом національної енергетичної безпеки.

Дорожній транспорт є домінантним джерелом забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами в місцях масового зосередження людей, що має наслідками багатомільярдні макроекономічні збитки суспільства.

Україна, як учасник Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, у грудні 2015р. взяла на себе зобов'язання не перевищити у 2030 році 60 % рівня викидів парникових газів країною станом на базовий 1990 рік, що потребує, зокрема, впровадження комплексу дійових заходів зі скорочення споживання енергії саме у транспортному секторі економіки.

Згідно з положеннями Угоди про асоціацію, укладеної між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії та їхніми державами-членами, з іншої сторони, положення законодавства ЄС щодо енергетичної ефективності автомобільного транспорту мають бути відображені в законодавстві України не пізніше 01.09.2022 та впроваджені не пізніше 01.09.2025.

В Україні існують значні й досі невикористані резерви зменшення питомого споживання енергії транспортом, досягний потенціал яких лише за рахунок організаційних заходів у сфері експлуатації (заходів, що не потребують значних інвестицій, та дають швидкий ефект) оцінюють у зменшенні імпорту нафтопродуктів у короткостроковій перспективі в цілому країною до 15 % (та до 30% для окремих суб'єктів господарювання).

Поступове оновлення парку дорожніх транспортних засобів на більш сучасні конструкції з широким використанням вже сьогодні доступних на ринку технологічних рішень підвищення ефективності використання енергії з відповідним введенням стандартів енергетичної ефективності, маркування енергетичної ефективності транспортних засобів та обладнання, що на них встановлюється, запровадженням відповідного державного технічного і фінансового регулювання за аналогією країн ЄС, США та інших країн світу, впровадження у галузі новітніх інформаційних і логістичних технологій, разом з відповідними організаційними заходами має великий сукупний потенціал зменшення витрат енергоносіїв країною, що оцінюють на рівні до 30% у середньостроковій та до 50% у віддаленій перспективі.

Реалізація цього потенціалу є важливим елементом не тільки енергетичної безпеки та підвищення ефективності транспортного сектору економіки, але й критичним елементом забезпечення виконання міжнародних кліматичних зобов'язань України щодо зменшення викидів парникових газів,

оскільки за прогнозами вклад саме дорожнього транспорту у загальну тенденцію викидів парникових газів країною буде все більш визначальним.

Заходи зі зменшення споживання енергоносіїв автомобільним транспортом у значній мірі є взаємопов'язаними між собою, що ускладнює їх класифікацію. З практичної точки зору уявляється доцільним використовувати їх розподіл на такі напрями:

1. Підвищення ефективності використання дорожніх транспортних засобів, що перебувають в експлуатації.

2. Підвищення ефективності транспортної системи в цілому з оптимізацією використання різних видів транспорту та покращенням інфраструктури.

3. Поступове оновлення автомобільного парку на енергетично більш ефективні конструкції транспортних засобів.

Напрямок підвищення ефективності використання дорожніх транспортних засобів, що перебувають в експлуатації уявляється найбільш ефективним в сучасних умовах для України, враховуючи значний нереалізований потенціал, зумовлений, зокрема, відносно низьким середнім рівнем обізнаності водіїв (власників) і культури експлуатації транспортних засобів. Реалізація цього напрямку не потребує значних інвестицій. Він є найбільш ефективним з точок зору ефекту, якого можна досягнути у відносно короткі терміни, і потенційно широкої сфери охоплення. Напрямок охоплює, зокрема: організацію та планування поїздок; техніку управління транспортними засобами; питання використання обладнання на борту транспортних засобів; управління конструктивними факторами та комплектацією автомобіля на рівні експлуатації; управління технічним станом; паливо та інші експлуатаційні матеріали; нормування питомих витрат енергії тощо.

Важливою складовою розвитку напрямку підвищення ефективності транспортної системи в цілому з оптимізацією використання різних видів транспорту та покращенням інфраструктури є розвиток інформаційних систем у транспортній галузі та взаємодії між різними видами транспорту, суб'єктами господарювання (операторами ринку) та споживачами. Створення Національної транспортної моделі України, Центру обробки даних Національної транспортної моделі та розвиток інтелектуальних транспортних систем має великий потенціал ефективного вирішення оптимізаційних завдань у сфері транспорту та його інфраструктури.

Серед важливих складових цього напрямку слід зазначити зокрема:

- вдосконалення транспортної логістики з забезпеченням використання для кожного перевезення найбільш ефективних видів транспорту та транспортних засобів, або їх комбінації, зменшення непродуктивних пробігів тощо;

- забезпечення модального зсуву в реалізації потреб населення у мобільності за рахунок, зокрема, випереджаючого розвитку громадського транспорту з наданням йому комплексу переваг, включаючи, крім вартості

послуги, комфорт і переваги у швидкості пересування містом у порівнянні з використанням приватного транспорту;

- поліпшення організації транспортного руху;
- покращення транспортної інфраструктури.

Цей напрям в частині покращення транспортної інфраструктури звичайно треба розглядати у контексті реалізації нових, більш прогресивних підходів у проектуванні міст і плануванні їх таким чином, щоб зменшити загальні потреби у транспортуванні та загальну відстань потрібного транспортування.

Зазначений напрям в цілому має величезний потенціал зменшення споживання енергії у транспортному секторі, зменшення заторів і непродуктивних втрат часу населенням, підвищення середньої швидкості руху у містах і якості життя тощо.

Цей напрямом є також високоефективним за співвідношенням отриманих вигод до витрат на їх реалізацію. Проте випереджаючий розвиток громадського транспорту з наданням йому комплексу переваг та в цілому покращення транспортної інфраструктури потребують значних обсягів інвестицій.

Напрямок поступового оновлення автомобільного парку на енергетично більш ефективні конструкції транспортних засобів має значний потенціал. Але, оскільки заміна рухомого складу відбувається відносно повільно в умовах низької купівельної спроможності населення та низьких інвестиційних можливостей операторів ринку перевезень, загальний (в масштабах країни) ефект за цим напрямом має дещо відтермінований характер.

Підвищення енергетичної ефективності транспортних засобів, що вперше вводять в експлуатацію, може бути забезпечено за рахунок:

1. Заходів інформаційного характеру (впровадження маркування енергетичної ефективності транспортних засобів та їх складових (зокрема, шин), відповідне об'єктивне інформування покупця під час прийняття ним рішення щодо вибору транспортного засобу).

2. Впровадження прямого технічного регулювання з встановленням обов'язкових до виконання в країні стандартів енергетичної ефективності транспортних засобів та їх складових (питомих норм споживання палива або викидів парникових газів у регламентованих тестових процедурах).

3. Заходів економічного характеру, що матимуть стимулюючий ефект на прийняття рішення споживачем щодо вибору на користь більш енергетично ефективних конструкцій транспортних засобів. Останній варіант є або більш гнучкою альтернативною прямому технічному регулюванню, або може поєднуватися з ним, що є оптимальним варіантом за міжнародним досвідом.

У будь-якому випадку, в першу чергу необхідно запровадити систему маркування енергетичної ефективності транспортних засобів та їх складових, що має ґрунтуватися на показниках (та методах їх визначення), що адекватно відображатимуть реальні експлуатаційні витрати енергії.

Оптимальне поєднання у часі наведених вище заходів, що забезпечать виконання міжнародних зобов'язань України за умов розвитку економіки та з

найбільшим співвідношенням вартості зекономленої енергії до сукупних витрат на реалізацію відповідних заходів з економії (приймаючи до уваги дефіцит ресурсів та інші обмеження), має бути відображено у державній стратегії підвищення ефективності використання енергії дорожнім транспортом.

Рижих Леонід Олександрович, к.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Ломака Степан Йосипович, к.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ КАТЕГОРІЙ АБС ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Антиблокувальна система (АБС) це сукупність пристроїв та механізмів забезпечуючи кочення автомобільних коліс при гальмуванні транспортного засобу у будь-яких навантажувальних швидкісних та зчіпних умовах експлуатації. [1] Як правило на сучасних транспортних засобах АБС встановлюється на базі робочої гальмівної системи. [2, 3]

У відповідності до міжнародних вимог Правилами №13 ООН [1] виробники АБС мають право встановлювати на транспортних засобах різні категорії АБС. На даний час існує три категорії АБС для транспортних засобів, наприклад Категорія 1 АБС має кращі характеристики і високими вихідними параметрами.

Транспортний засіб обладнаний антиблокувальним пристроєм категорії 1 задовольняє всі потреби Правил №13 ООН Додаток №13 [1].

Транспортний засіб обладнаний антиблокувальним пристроєм категорії 2 може не задовольняти наступні вимоги. Якщо праве та ліве колеса транспортного засобу знаходяться на поверхні з різними коефіцієнтами зчеплення (φ_1 та φ_2), при $\varphi_2 \geq 0,5$ и $\varphi_1/\varphi_2 \geq 2$, то блокування безпосередньо колеса, що регулюється допускається, при швидкості 50 км/год і при положенні педалі гальма екстреного повного зусилля, де φ_1 коефіцієнт зчеплення з поверхнею з високим зчепленням; φ_2 коефіцієнт зчеплення з поверхнею з низьким зчепленням.

Транспортний засіб обладнаний антиблокувальним пристроєм категорії 3 має задовольняти всі відповідні потреби Правил №13 ООН Додаток №13 [1] за виключенням наступних положень.

Якщо ліве и праве колесо транспортного засобу знаходиться на поверхні з різними коефіцієнтами зчеплення (φ_1 та φ_2), при $\varphi_2 \geq 0,5$ и $\varphi_1/\varphi_2 \geq 2$, то блокування безпосередньо колеса, що регулюється допускається, при швидкості 50 км/год і при положенні педалі гальма екстреного повного навантаження. Крім того коефіцієнт гальмування навантажених транспортних засобів (Z_3) не повинен задовольняти предписанням формул (1) та (2).

$$Z_3 \geq 0,75 \left(\frac{4\varphi_2 + \varphi_1}{5} \right) \quad (1)$$

$$Z_3 \geq \varphi_2 \quad (2)$$

У відповідності з європейськими правилами [1] транспортні засоби обладнані різними категоріями АБС допускаються до експлуатації якщо коефіцієнт використання сили зчеплення E знаходиться в діапазоні $0,75 \leq E \leq 1,1$ при будь-яких навантажувальних, швидкісних та зчіпних умовах експлуатації.

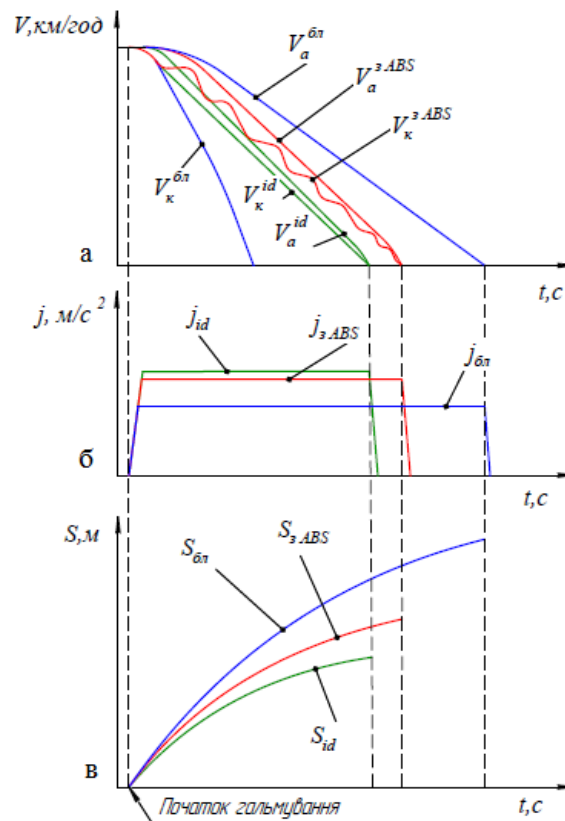


Рисунок. 1 Графічне представлення різних процесів гальмування автоматизованого транспортного засобу.

На рис. 1. наочно показані процеси гальмування транспортного засобу для трьох різних режимів: гальмування із заблокованими колесами, ідеалізоване гальмування та гальмування АТЗ під впливом автоматизованої системи АБС.

На (рис. 3.1 а) прийняті наступні позначення: $V_a^{бл}$ та $V_k^{бл}$ – відповідно швидкості автомобіля та одного з коліс АТЗ у режимі гальмування з заблокованими колесами; V_a^{id} та V_k^{id} – відповідно швидкості автомобіля та одного з його коліс у режимі ідеалізованого гальмування; $V_a^{з.АБС}$ та $V_k^{з.АБС}$ -

відповідно швидкості автомобіля та одного з коліс АТЗ у режимі гальмування з автоматизованою системою *ABS*.

Аналізуючи процеси гальмування зображені на (рис. 3.1 б) можна зробити декілька висновків: по перше - використання автоматизованих систем регулювання гальмівного зусилля погіршує якість гальмування в порівнянні з ідеалізованим процесом гальмування; по друге - у порівнянні з гальмуванням при заблокованих колесах, автоматизована система покращує гальмівні властивості транспортного засобу, але порівняння таких процесів є не зовсім коректним, оскільки між шинами коліс АТЗ та поверхнею дорожнього одягу реалізуються різні за своєю сутністю зчепні властивості; по третє – максимальне значення уповільнення транспортного засобу яке гальмується за рахунок використання автоматизованої системи регулювання гальмівного зусилля дещо нижче ніж уповільнення транспортного засобу, що може бути досягнуто на межі зчепних властивостей між шиною колеса та поверхнею дорожнього одягу.

Третій висновок пояснюється тим, що автоматизована система регулювання гальмівного зусилля (наприклад *ABS*) витрачає час на розгальмовування автомобільного колеса АТЗ і тим самим знижує ефективність гальмування в порівнянні з ідеалізованим процесом гальмування. З графіка прискорення (рис 3.1 б), очевидно, що відношення $j_{з\,ABS}$ до j^{id} це і є ніщо інше, як коефіцієнт використання сили зчеплення (ε). В математичному вираженні воно може бути представлено як:

$$\varepsilon = \frac{j_{з\,ABS}}{j^{id}} \quad (3)$$

Якщо теоретично припустити, що гальмування транспортного засобу з включеною автоматизованою системою регулювання гальмівного зусилля почалося з такої ж швидкості, як і гальмування при ідеалізованому процесі гальмування, то можна записати:

$$\varepsilon = \frac{t_{id}}{t_{з\,ABS}} \quad (4)$$

де t_{id} – проміжок часу гальмування транспортного засобу при зниженні його швидкості з 40 до 20 км/год на межі зчепних властивостей між усіма шинами АТЗ та поверхнею дорожнього одягу, без використання автоматизованих систем регулювання гальмівного зусилля;

$t_{з\,ABS}$ - проміжок часу гальмування транспортного засобу при зниженні його швидкості з 40 до 20 км/год при роботі автоматизованої системи регулювання гальмівного зусилля;

Але слід згадати, що відтворення умови процесу гальмування (тем паче ідеальних) є практично складною задачею, на яку може вплинути безліч факторів, тому у міжнародному стандарті [1] пропонується визначення коефіцієнту використання сили зчеплення за залежністю (1) з урахуванням впливу величини опору кочення коліс передньої та задньої осі АТЗ та

особливостей роботи автоматизованої системи регулювання гальмівного зусилля.

$$\varepsilon = \frac{j_{ABS}}{g \cdot k_M} \quad (5)$$

де j_{ABS} – середнє уповільнення транспортного засобу яке гальмувалося з використання автоматизованої системи регулювання гальмівного зусилля;

k_M - максимальне реалізоване зчеплення механічного транспортного засобу (k -factor of the power-driven vehicle [1])

$$k_M = \frac{f_1 \cdot F_1^{dyn} + f_2 \cdot F_2^{dyn}}{G_a} \quad (6)$$

де f_1 та f_2 – максимальні реалізовані зчеплення між шиною та поверхнею дорожнього одягу на відповідних осях транспортного засобу (визначаються з залежності (7) та (18) відповідно) [1].

$$f_1 = \frac{z_{id} \cdot L - 0,015 \cdot a}{b + h \cdot z_{id}}, \quad (7)$$

$$f_2 = \frac{z_{id} \cdot L - 0,010 \cdot b}{a - h \cdot z_{id}} \quad (8)$$

F_1^{dyn} та F_2^{dyn} - динамічні навантаження на відповідній осі АТЗ яке гальмується під впливом автоматизованої системи регулювання гальмівного зусилля (визначаються з залежності (9) та (10) відповідно).

$$F_1^{dyn} = \frac{G_a}{L} \cdot (b + h \cdot z_{ABS}), \quad (9)$$

При проведенні пошуку у науково-технічній літературі дані по питанню зміни коефіцієнту використання сили зчеплення в процесі експлуатації різних транспортних засобів обладнаних різноманітними категоріями АБС практично відсутні.

Для об'єктивного контролю підтримки технічно справного стану та проведення незалежної авто технічної експертизи по гальмівному керуванню транспортних засобів на кафедрі автомобілів ХНАДУ розроблена і пройшла всебічні випробування система запису та відтворення вихідних параметрів процесу гальмування транспортного засобу [2, 3].

Для зниження аварійності на дорогах України, підвищення відповідальності, контролю за водіями та проведення достовірної авто технічної експертизи, такі системи мають бути введені в експлуатацію технічним регламентом України наказувати виробникам встановлювати такі системи на транспортні засоби які реалізуються на внутрішньому ринку України.

Література

1. Regulation No 13-H of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of categories M, N and O with regard to draking: on condition 30.09.2010 -Official Journal of the European Union- UN/ECE.2010-257p.
2. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортных средств: монография /А.Н. Туренко, В.И. Клименко, В.А. Богомолов, Л.А. Рижих, Д. Н. Леонтьев, О.М. Красюк, Н.Г. Михалевич - Х: ХНАДУ, 2-е издание, дополнено, 2015. -450 с.
3. Современные АБС и реализация их алгоритмов работы /Л.А. Рижих, В.И. Клименко, Д. Н. Леонтьев, О.М. Красюк, // Научный рецензируемый журнал Известия МГТУ МАМИ, Россия, 2009г. – Вип. №1 (7)- 284с.

Сосик Андрій Юрійович к.т.н., доцент, завідувач кафедри «Автомобілі»
Запорізького національного технічного університету,
Артюх Олександр Миколайович к.т.н., доцент, доцент кафедри «Автомобілі»
Запорізького національного технічного університету

ФОРМУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ БАЗИ ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ БАГАТООПЕРАЦІЙНИХ САМОХІДНИХ КОМПЛЕКСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

На теперішній час в агропромисловому комплексі України відбуваються значні виробничо-технічні зміни, які створюють основу для формування нових конструкторських рішень в розвитку сільськогосподарського машинобудування і засобів механізації.

Створення сучасної сільськогосподарської техніки, як правило, проходить за межами нашої країни, що обумовлено соціально-економічними потрясіннями останніх років. Технологічне відставання не дає можливості створювати конкурентоздатні зразки сільськогосподарської техніки, які спрямовані на забезпечення виконання тієї або іншої технологічної операції.

Сільськогосподарська техніка імпортного виробництва, незважаючи на високі показники продуктивності, знижує віддачу капіталовкладень зважаючи на свою вузьку спеціалізацію та значні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт.

Вище наведене призводить до необхідності пошуку шляхів переходу до універсальних видів сільськогосподарських машино-тракторних агрегатів, які нададуть можливість зниження витрат при виконанні транспортних і технологічних операцій.

Метою дослідження є формування теоретичної бази для обґрунтування конструктивних параметрів універсальних багатоопераційних мобільних комплексів сільськогосподарської техніки.

Головними задачами при виконанні роботи є:

- визначення переліку технологічних операцій прив'язаних до конструктивної схеми універсального сільськогосподарський машино-тракторного агрегату (УМТА);
- визначення енергетичних витрат за даними видами операцій з метою одержання параметрів енергетичної установки;
- аналіз «монітора диспетчера» з метою корегувань переліку технологічних операцій що виконує УСМТА;

Дослідження вищенаведених питань повинно забезпечити зменшення кількісного показника механізованої самохідної техніки з одночасним підвищенням операційного показника.

Необхідно передумовою впровадження УСМТА є визначення та обґрунтування економічної складової під час експлуатації у сільськогосподарських підприємствах нашої країни.

Сологуб Богдан Володимирович, к.т.н., доцент, Національний університет “Львівська політехніка”

Данило Ярослав Ярославович, ст.викладач, Національний університет “Львівська політехніка”

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ КАНАТНИХ ДОРІГ

Пасажирські канатні дороги широко використовуються для оснащення гірськолижних комплексів та зон відпочинку в гірських умовах. Актуальність питань проектування пасажирських канатних доріг та оцінки їх надійності в Україні обумовлюється проблемою недостатнього забезпечення гірськолижних схилів відповідним обладнанням, активним застосуванням канатних доріг, що були в експлуатації, відсутністю нормативної бази, що регулювали би питання проектування, обстеження, повторного встановлення та експлуатації даних доріг.

За останні роки значно зросла їх кількість у регіонах Карпат. Їх експлуатація підвищує комфортність відпочиваючих і приносить значні прибутки. Однак першочерговим завданням є забезпечення безпеки роботи витягів та вибір оптимальних параметрів, які дозволять досягти довговічності основних елементів.

Проектування таких систем є складними багатоваріантними задачами, особливість яких полягає в значній зміні зовнішніх факторів, що визначаються

рельєфними умовами та особливостями виробництва, а також геометричними параметрами і технологічними вимогами, що ставляться до систем.

Дослідженням та проектуванням таких систем завжди приділялась значна увага. Для розробки нових механізмів чи устаткувань необхідно вибрати раціональні схеми запропонованих варіантів, встановити зв'язки між окремими елементами системи, визначити зовнішні сили, що діють на систему, а також закономірності взаємодії окремих елементів між собою.

В залежності від того, проектується принципово нова чи вдосконалюється існуюча конструкція системи по різному ставляться та розв'язуються задачі синтезу. Процедури структурного і параметричного синтезів, як правило здійснюють незалежно. Однак такий підхід не дає можливості комплексно оцінити нову конструкцію, оскільки якісні характеристики виявляють себе тільки при розгляді її на рівні конструктивних параметрів. Тільки об'єднання процедур структурного та параметричного синтезів дасть можливість комплексно оцінити альтернативні варіанти канатних доріг і обрати найефективніший для подальшого конструювання та впровадження. Цього можна досягти на основі функціонально-модульного принципу.

Такий підхід дозволить значно знизити витрати на проектування нових канатних систем, враховуючи умови експлуатації і модернізацію існуючих, а також забезпечить зниження витрат на експлуатацію та виконання монтажно – демонтажних робіт.

Шаповаленко Владислав Алексеевич, асистент

ХНАДУ «Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет»

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА ОСНОВНЫЕ ФАЗЫ ДТП

В настоящее время считается, что человеческий фактор служит причиной ДТП в 90% случаев. Однако разрабатываемые меры по обеспечению безопасности движения должны носить не однонаправленный, а системный характер

Объективные:

- Конструктивные параметры и состояние дороги;
- Интенсивность движения транспортных средств и пешеходов;
- Обустройство дорог сооружениями и средствами регулирования;
- Время года;
- Часы суток.

Субъективные:

- Состояние водителей и пешеходов;
- Нарушение установленных правил водителями и пешеходами.

Классической, с точки зрения градации значимости факторов риска ДТП, является Матрица Хэддона таблица 1, в которой выделены три фазы ДТП (до его возникновения, в процессе и после) и три группы факторов: личностные особенности человека (участника движения), характеристики транспортного средства и особенности окружающей среды (в первую очередь, состояние дорог).

Таблица 1 **Матрица Хэддона**

Фаза		Факторы, зависящие от:		
		человека	транспортного средства и оборудования	окружающей среды
До аварии	Предупреждение аварии	Информированность Поведенческие установки Проблемы со здоровьем Полицейский контроль	Эксплуатационная пригодность дороги Освещение Состояние тормозной системы Соблюдение скоростного режима	Дизайн и разметка дороги Ограничения скорости Сооружения и устройства для пешеходов
Во время аварии	Предупреждение травматизма во время аварии	Использование ремней безопасности Проблемы со здоровьем	Наличие и использование ремней безопасности пассажирами Другие приспособления для обеспечения безопасности Противоаварийный дизайн автомобиля	Дорожные объекты, Предотвращающие аварии
После аварии	Поддержание жизни	Навыки оказания первой помощи Доступность медицинской помощи	Легкий доступ к месту происшествия Риск возгорания	Наличие служб спасения Наличие пробок на дорогах

Шелухін Сергій Володимирович, к.т.н., Військова академія (м. Одеса)

БЕЗПРОКОЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ КОЛІС

Автомобільне колесо є одним з найважливіших і складних пристроїв машини. Повна або часткова втрата тиску проколотої шини може стати причиною крену тієї осі автомобіля, де спущено колесо. Це може привести до аварії або нещасного випадку. При тиску 1,0 атмосфера або нижче шини можуть «роззутися» - резина сповзе з посадочного міста на диску, а сам диск деформується і пошкодить шину. Крім того із за сильної деформації і тертя боковини покриття дуже швидко нагріваються до високої температури, що викликає їх руйнування.

Шини загальної будови при зниженні тиску не можуть забезпечити автомобілю належної керованості і гальмівних властивостей, що особливо актуально для забезпечення роботи коліс автомобільної техніки у разі бойових пошкоджень. Запобігти негативних наслідків дозволяють безпрокольні технології автомобільних коліс, а саме:

- шини з посиленою боковиною;
- шини з підтримуючим кільцем;
- самозаклеювачі шини;
- безповітряні шини.

Шини з посиленою боковиною Run On Flat зроблені з декількох слоїв резини з термостійким кордом, який при повній втраті тиску не дає боковинам шини складатися або зминатися (рис. 1).

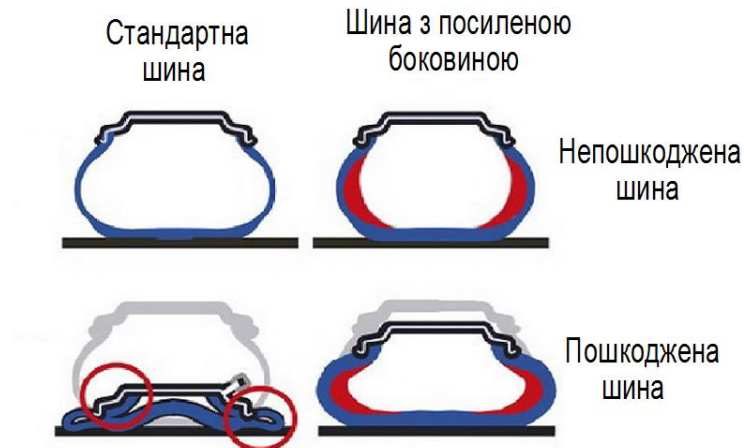


Рисунок 1 - Шини з посиленою боковиною

Максимальна відстань, яку можна проїхати залежить від виду шини, дорожніх умов і маси автомобіля. Після проколу колесо витримує менше навантаження, але автомобіль може проїхати до 80 км з рекомендованою швидкістю 80 км/год.

Переваги шини: безпека руху при проколі; покращена рульова реакція; відсутність запасного колеса (економія місця).

Недоліки шини: невелике зниження рівня комфорту (більш жорсткі шини); ціна (дорожче ніж звичайна шина на 15-25%).

Шина з підтримуючим кільцем (система CSR) включає в себе металеве кільце яке кріпиться на обід рис. 2.



Рисунок 2 - Колесо з підтримуючим кільцем

Коли шина повністю втрачає повітря вона впирається на металеве кільце, таким чином залишається на своєму місці. У разі пробиття колеса з такою системою дозволяється подальший рух зі швидкістю 80 км/год. на відстань до 200 км. Недоліком цієї системи є те що для підтримуючого кільця знайдеться місце лише в колесах з високим профілем.

Технологія самозаклейки шини (Self-Sealing technology) розроблена, щоб заклеювати більшість проколів в області протектора відразу і назавжди. Ці шини мають стандартну конструкцію за винятком додаткового шару в області під протектором. Додатковий шар покритий самоущільнюючим складом для герметизації проколу шини, який здатний надовго або назавжди ізолювати більшість проколів від цвяхів, болтів або гвинтів до 5мм в діаметрі. При виникненні проколу витік повітря припиняється відразу таким чином, що шина або сама відновлюється повністю, або принаймні, втрачає повітря вкрай повільно. Як відбувається самозаклейка шини показано на рисунку 3.



Рисунок 3 – Технологія самозаклейки шини

До переваг подібних рішень безумовно відносяться простота використання, відсутність необхідності в застосуванні спеціальних технологій (як то спеціальні шини, колеса, датчики падіння тиску, складний шиномонтаж), сумісність з практично будь-якими типами шин.

До недоліків таких «герметиків» відносяться:

- менш надійна порівняно зі спеціалізованими шинами фіксація проколів;
- поява певного дисбалансу в початку руху (після 3-5 хвилин рівномірного обертання колеса рівень розбалансованості знижується до допустимих меж), при нерівномірній їзді (часті зупинки, вибоїни), малих та високих швидкостях, а також при низьких температурах.

Безповітряні шини - це інноваційна розробка, що представляє собою суцільне колесо, що здатне замінити собою і колісний диск, і пневматичну шину (рис. 4).



Рисунок 4 - Безповітряні шини

Головна перевага такої конструкції в тому, що колесо не вимагає підкачки, не боїться проколів, стійке до пошкоджень і має довгий експлуатаційний термін, вага колеса легше, термін експлуатації такого колеса в два-три рази довше і ціна в два рази дорожче стандартних коліс. Для заміни колеса на автомобілі не потрібно спеціального обладнання і це не займає велику кількість часу. Доведено, що зчеплення поверхні дороги у таких шин не поступається традиційним покришкам, зчеплення з дорогою краще, опір коченню зменшився до сотих.

Пропозиції які запропоновані по забезпеченню рухомості автомобільної техніки вже знайшли своє застосування. Пошук най більш ефективних на цьому не закінчується і це пов'язано з створенням нових зразків озброєння.

Рубан Дмитро Петрович, канд. техн. наук, доцент, ПАТ «Черкаський автобус», ruban_dimon@ukr.net

Крайник Любомир Васильович, д-р техн. наук, професор, НУ «Львівська політехніка»

Рубан Ганна Яківна, викладач-методист, Черкаський державний бізнес-коледж

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВВЕДЕННЯ ПЛОЩАДОК НИЗЬКОГО ВХОДУ "LOW-ENTRY" В СТРУКТУРУ НЕСІВНОГО КУЗОВА НА РЕСУРСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОБУСА В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

На сьогодні у зв'язку із уведеннями європейських законодавчих вимог щодо перевезенням пасажирів з інвалідністю, в т.ч. на інвалідних візках (Правила ЄЕК ООН № 107), заводи-виробники змушені вводити в конструкцію

площадки низького входу. Таке нововведення потребує суттєвих затрат на проектування та випробування нової конструкції каркасу кузова автобуса. Однак в умовах сьогодення з-за економії часу та коштів нововведення інколи впроваджуються в короткі строки та не завжди проводиться повноцінний розрахунок кузова автобуса методом кінцевих елементів (МКЕ) [1]. Натомість автобус зі зміненою конструкцією без повноцінних розрахунків проходить дорожні випробування, в процесі яких виявляються слабкі місця та усуваються на підприємстві шляхом опрацювання відповідних технічних рішень. Однак проблеми рівномірності каркасу можуть виявитись і під час експлуатації нових автобусах на міських маршрутах та перевезенні пасажирів. Це призводить до появи поломок (тріщин) каркасу кузова безпосередньо під час гарантійного періоду експлуатації. В цьому випадку автобус підлягає гарантійному ремонту та подальшому вдосконаленню конструкції. Відповідно в експлуатації збільшується час простою і як результат завод-виробник та автотранспортне підприємство несуть збитки.

Зокрема для модифікації автобуса А092Н6 з забудовою площадки „low-entry” у задньому звісі при пробігу близько 50 тис. км утворюються тріщини даху навпроти передніх та задніх пасажирських дверей (рис.1).



Рисунок 1 – Тріщина даху над задніми пасажирськими дверима

Таку несправність можна пояснити послабленням каркасу правої боковини каркасу кузова та накопиченням пасажирів поблизу дверей.

Відповідно при введенні заднього низькопідлогового накопичувального майданчику на ньому кількість пасажирів може досягати в годину пік до 44 осіб. При тому, що загальна пасажиромісткість автобуса не перевищує 52 особи. Такі накопичуючі майданчики дозволяють підвищити пасажиромісткість автобуса до 100 пасажирів, що перевищує пасажиромісткість, передбачену заводом-виробником у 2 рази! Навіть при повноцінних розрахунках з використанням МКЕ закладається коефіцієнт перевантаження 1,5-1,7, чого вже не достатньо для реалій експлуатації при перегонах перевізників за прибутком.

На додачу до перевантажень суттєвий вплив мають і дороги низької якості: неякісно прокладена бруківка, вибоїни, горби тощо. В результаті такої експлуатації можуть виникати пошкодження в задній частині кузова (рис.2).



Рисунок 2 – Пошкодження поперечини в задній частині кузова

При такій експлуатації виходять з ладу елементи задньої підвіски: ламаються ресори, обриваються штоки амортизаторів та обламуються упори пневморесор.

Також виникають проблеми і з передньою частиною каркасу кузова. В результаті експлуатації при пробігу близько 60 тис. км утворюються тріщини каркасу основи. Пошкоджуються основні повздовжні лонжерони перерізом 140x60x3 мм (це стосується у першу чергу правого лонжерона) (рис. 3). Також розтріскуються труби, що з'єднують цей лонжерон із правою боковиною (рис. 4). Пошкодження правої частини пояснюється більшим навантаженням на праву сторону автобуса, рухом по обочині, ударами об бордюри тощо.



Рисунок 3 – Тріщини правого лонжерона перерізом 140x60x3 мм



Рисунок 4 – Тріщина труби каркасу основи кузова в передній частині

Таким чином реалії експлуатації з перевантаженням автобусів за рахунок формування додаткової площі для стояння пасажирів на площадках типу “low-entry” у поєднанні з реаліями незадовільного стану доріг призводять до поломок каркасу кузова в гарантійний період при пробігах до 100 тис. км та термінах експлуатації менше двох років. Це у свою чергу обумовлює і доцільність перегляду-уточнення граничних умов для розрахунку МКЕ каркасу кузова з врахуванням нерівномірності розподілу стоячих пасажирів по поздовжній осі кузова та відповідного вдосконалення структури та сортаменту труб каркасу кузова.

Література

1. Горбай О.З. Міцність та пасивна безпека автобусних кузовів: монографія / О.З. Горбай, К.Е. Голенко, Л.В. Крайник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 276 с.

Шуклінов Сергій Миколайович, професор, доктор технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вербицький Віктор Ілліч, доцент, кандидат фіз.-мат.наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Губін Антон Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РЕАКЦІЇ НА КОЛЕСАХ АВТОМОБІЛЯ, ЯКИЙ СТОІТЬ НА ПІДЙОМІ

Для математичного дослідження початку руху автомобіля, який стоїть на ухилі, необхідно знати значення реакцій на його колесах. Це дозволить виконати аналіз зміни навантаженості осей автомобіля під час початку його руху у разі різних варіантів утримання на підйомі та можливості його утримання при різних коефіцієнтах зчеплення з поверхнею дороги.

Схема нерухомого автомобіля у разі утримання на ухилі загальмованими колесами передньої осі представлена на рисунку 1.

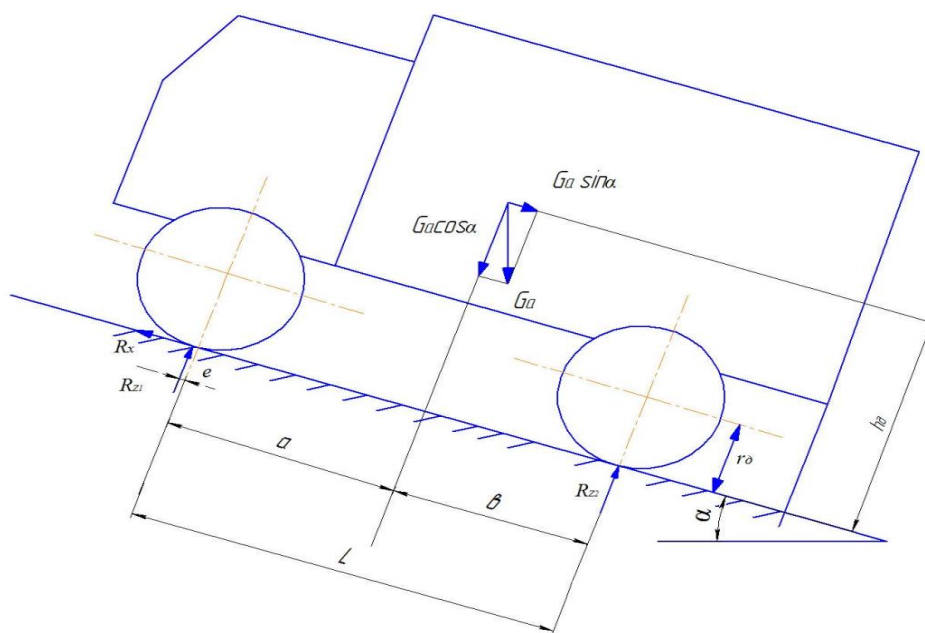


Рис.1 – Реакція на колесах автомобіля, який стоїть на ухилі з передньою загальмованою віссю.

Для визначення реакцій на колесах автомобіля, який стоїть на підйомі під час гальмування тільки коліс передньої осі запишемо рівняння відносно центра задньої осі:

$$\sum M = 0;$$

$$R_x \cdot r_\theta + R_z \cdot (L + e) + G_a \cdot \sin \alpha \cdot (h_a - r_\theta) - G_a \cdot \cos \alpha \cdot b = 0,$$

де G_a - вага автомобіля; L - база автомобіля; h_o - висота центру мас; R_x - поздовжня реакція дороги; R_z - вертикальна реакція дороги; r_o - динамічний радіус колеса; e – знос вертикальної реакції; α – ухил.

З рівняння моментів отримуємо:

$$R_{z1} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha \cdot b}{L + e} - \frac{G_a \cdot \sin \alpha \cdot (h_o - r_o)}{L + e} - R_x \cdot \frac{r_o}{L + e}.$$

Ураховуючи, що у нерухомому стані поздовжні реакції R_x дорівнюють силі скочування автомобіля, що дорівнює вектору $G_a \cdot \sin \alpha$ у площині, яка паралельна поверхні дороги, після нескладних перетворень маємо:

$$R_{z1} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha}{L + e} \cdot (b - \operatorname{tg} \alpha \cdot h_o).$$

Для задньої загальмованої осі маємо рівняння моментів відносно осі передніх коліс.

$$\sum M = 0$$

$$R_{z2} \cdot (L + e) - G_a \cdot \cos \alpha \cdot (a + e) - G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_o = 0$$

Після аналогічних перетворень отримуємо значення реакції на задніх колесах при загальмованій передній осі

$$R_{z2} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha \cdot (a + e)}{L + e} + \frac{G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_o}{L + e} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha}{L + e} \cdot (a + e + \operatorname{tg} \alpha \cdot h_o)$$

Отримані значення реакцій на загальмованих колесах дозволяють визначити максимальну силу зчеплення для різних дорожніх умов. У якості прикладу приведені розрахунки реакцій згідно параметрів автобуса МАЗ 256. Залежність нормальних і поздовжніх максимальних реакцій на колесах загальмованої передньої осі представлені на рис.2, а для загальмованої задньої осі на рис.3.

З рисунків 2 видно, що у разі гальмування тільки передньої осі можливе утримання автомобіля на підйомі більше 10 градусів виконується лише при коефіцієнті зчеплення більш ніж 0,5. З рисунку 3 видно, що у разі гальмування тільки задньої осі утримання автомобіля на підйомі більше 10 градусів можливе при коефіцієнті зчеплення 0,3.

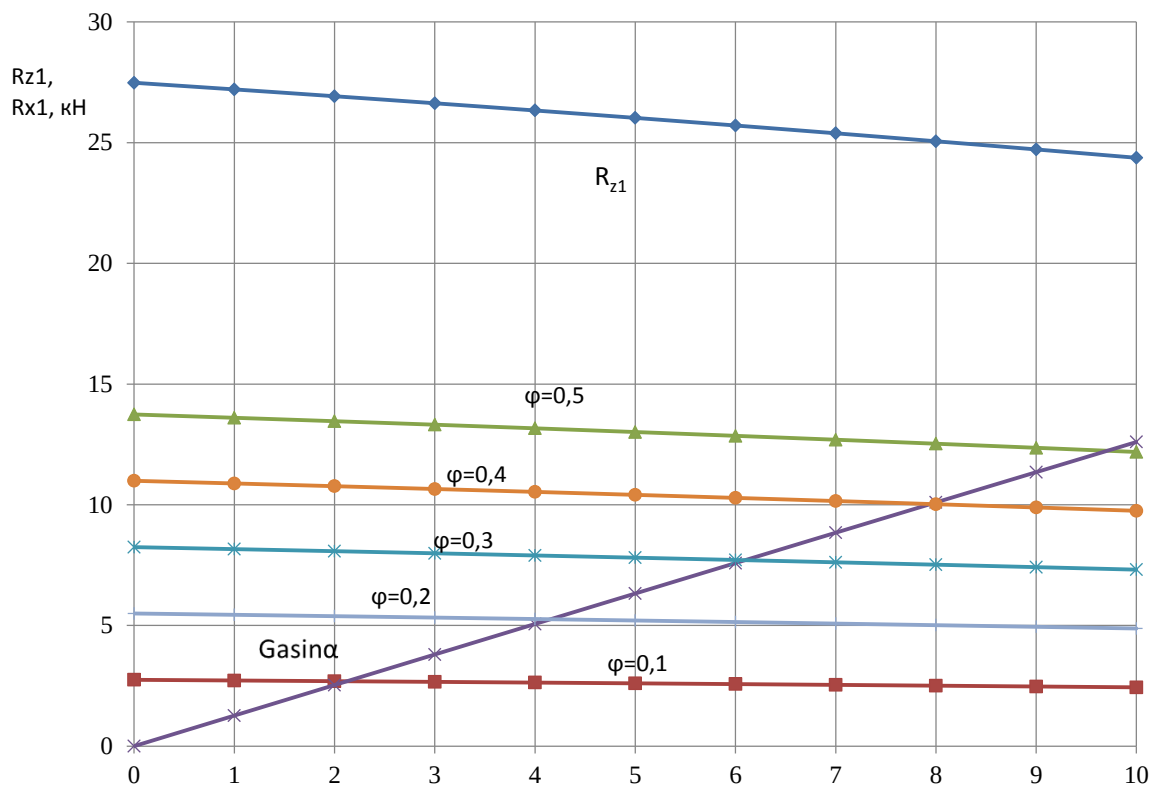


Рис.2 - Графік залежності реакцій на колесах передньої осі автомобіля від кута нахилу дороги.

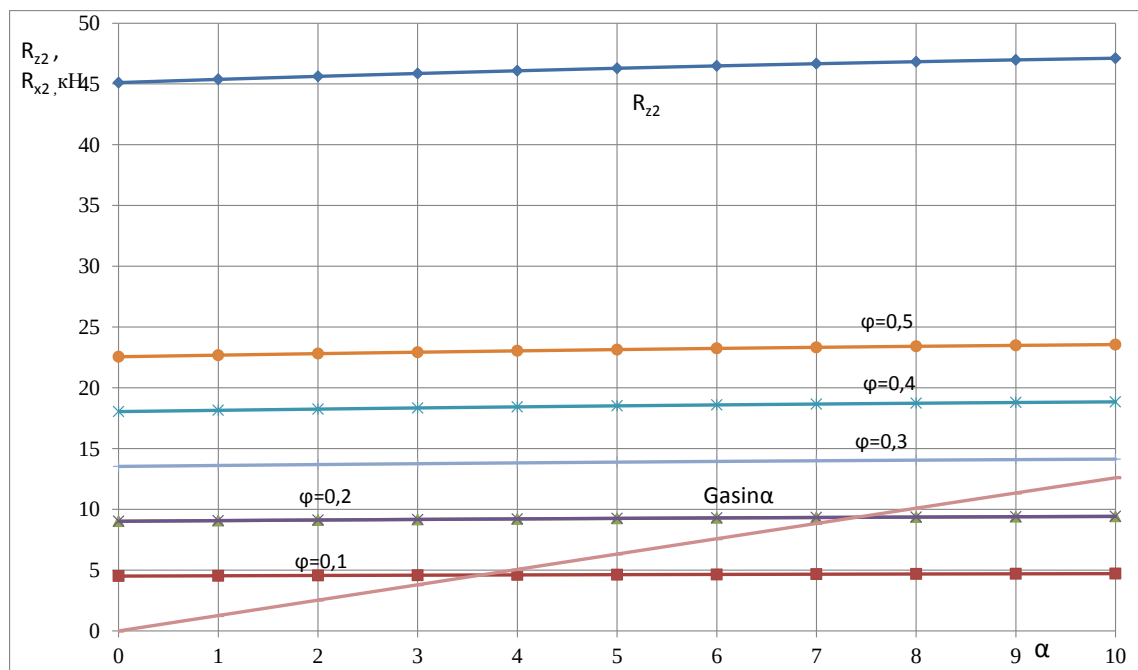


Рис.3 – Графік залежності реакцій на колесах задньої осі автомобіля від кута нахилу дороги.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСАДОК ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗГОРЯННЯ МОТОРНИХ ПАЛИВ

Для підвищення експлуатаційних властивостей моторних палив, мастильних матеріалів і технічних рідин до їх складу додають різні присадки, зазвичай у кількості 0,05...0,10 %. Присадки, які поліпшують процес згоряння палива в автомобільних двигунах – антидетонатори і промотори запалювання, відносять до модифікаторів, що додають моторним паливам нових якостей.

Антидетонатори застосовують в основному на нафтопереробних заводах з метою забезпечення виробництва бензинів зі стандартним рівнем детонаційної тривкості. Для легкого корегування октанового числа (ОЧ) бензинів в умовах експлуатації застосовують октан-бустери. Принцип дії антидетонаторів полягає у запобіганні вибухового розкладення продуктів передполум'яного окислення палива шляхом руйнування пероксидів та перешкоджанні їх накопиченню.

На сьогодні нафтопереробні заводи країн СНД для підвищення ОЧ бензинів використовують антидетонатори, що створені на основі ароматичних амінів, сполук ферроцену, марганцю, заліза, лужних металів та їх сумішей.

Займистість дизельних палив є однією з важливих властивостей, що в значній мірі визначає легкість пуску і характер роботи дизельного двигуна. В країнах СНД промотори запалювання використовуються вкрай рідко, оскільки в паливному балансі країн значна частка прямогонних фракцій з високим цетановим числом (ЦЧ). Поганою займистістю відзначаються високоароматичні середньодистилятні фракції різного походження. Крім того, промотори запалювання додають до дизельних палив, які отримані з нафти на нафтової основі, а також до палив із газових конденсатів.

Зазначимо, що коли підвищення ОЧ бензинів на практиці часто є бажаним, то до підвищення ЦЧ дизельних палив слід ставитися з великою обережністю. Встановлено, що відхилення від оптимального значення ЦЧ для конкретного двигуна внутрішнього згоряння у той або інший бік спричиняють погіршенню режимів роботи останнього і зниження його економічності. Разом з цим, відомо, що в комбінації з відповідним регулюванням паливної апаратури двигуна підвищення ЦЧ бажано, оскільки це позитивно впливає не тільки на економічність роботи двигуна, але і на його екологічні характеристики. Так, при невеликому значенні періоду затримки займистості буде нижче температура у камері згорання і, як наслідок, менш емісія оксидів азоту, зате димність відпрацьованих газів при цьому може ненабагато збільшитись.

Принцип дії промоторів запалювання пояснюється легким розпадом їх молекул (частіше всього нітратів та пероксидів) по зв'язках O-O і N-O з незначною енергією активації, а вільні радикали, що утворюються при цьому,

ініціюють займистість дизельного палива. Показник ефективності застосування – значення оптимального за умовами експлуатації ЦЧ палива з присадкою.

Безвесільна О. М., д.т.н., професор, Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, o.bezvesilna@gmail.com, 0951603218.

Ільченко А. В., к.т.н., доцент, Житомирський державний технологічний університет, avi_77@ukr.net, 0677778160, 0931822285

Ткачук А. Г., к.т.н., доцент, Житомирський державний технологічний університет, andru_tkachuk@ukr.net, 0971675327

Багінський О. О., аспірант, Житомирський державний технологічний університет, bruice93@gmail.com, 0734228079

СПОСІБ РОЗШИРЕННЯ ДІАПАЗОНУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВ ДВИГУНІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИМ ВИТРАТОМІРОМ

Аналіз багатьох літературних джерел дозволяє сформулювати основні вимоги до витратомірів палив з точки зору можливості їх використання на транспорті [1-4]:

1. *Висока точність вимірювання.* Якщо під час експлуатації транспортних засобів похибка вимірювання $\pm 2\%$ вважається задовільною, то для наукових досліджень вона повинна бути набагато меншою. Підвищення точності досягається як за рахунок застосування нових прогресивних методів і приладів, так і за рахунок вдосконалення старих класичних методів.

2. *Надійність.* Витратоміри, що встановлюються на транспортних засобах, значно відрізняються за своєю конструкцією від стаціонарних приладів. Їх особливості залежать від специфіки вимог, що висувуються до них під час експлуатації транспортних засобів.

На такі витратоміри впливають значні вібрація і тряска. Так, на панелі приладів сучасних транспортних засобів вібрація може досягати величини 0,5-2 g. Датчики витратомірів, що розміщені на двигуні або трансмісії, піддаються вібрації до 15 g.

В умовах експлуатації витратоміри працюють при різних температурах навколишнього середовища, що коливаються від - 60 до + 60 °С. При цьому, залежно від місця встановлення приладу, його температура може досягати 120 °С.

На витратоміри може потрапляти пил, бруд, вода, масло, паливо, солі, комахи і грибки.

Витратоміри потребують живлення від бортової мережі транспортного засобу та повинні бути малочутливі до змін напруги в межах 11-15 В у 12-вольтних мережах, та 22-30 В у 24-вольтних. Вони також не повинні бути чутливими до пульсації напруги живлення.

Транспортні засоби використовують у місцевостях з різними висотами над рівнем моря, тому витратоміри повинні працювати при зміні атмосферного тиску від 650 до 800 мм. рт. ст.

Для підвищення надійності роботи витратомірів необхідне застосування додаткових фільтрів палива.

3. *Незалежність результатів вимірювання від зміни густини рідини.* В більшості випадків необхідно мати пристрої, що автоматично вводять корекцію в показання приладу при зміні густини (або температури і тиску) вимірюваної рідини.

Лише у теплових і силових витратомірів, що вимірюють масову витрату, зміна густини рідини мало позначається на результатах вимірювання.

4. *Швидкодія.* Швидкодію більшості витратомірів зручно оцінювати значенням його постійної часу T , тобто часу, протягом якого покази приладу при стрибкоподібній зміні витрати від Q_1 до Q_2 змінюються приблизно на дві третини від значення $Q_2 - Q_1$.

Турбінні витратоміри мають дуже малу постійну часу T (в межах сотих і тисячних часток секунди).

У теплових же витратомірів час T вимірюється десятками секунд.

У витратомірах зі звужуючими пристроями час T зменшується зі зменшенням довжини сполучних трубок, а також вимірювального об'єму дифманометра і збільшенням його граничного перепаду тиску.

5. *Великий діапазон вимірювання ($Q_{\max}/Q_{\min}$)* необхідний, коли значення витрати палива можуть змінюватися в значних межах, що має місце в двигунах внутрішнього згоряння на транспорті.

У приладів з лінійною характеристикою, наприклад електромагнітних, цей діапазон рівний 8-10, у витратомірів зі звужуючими пристроями він дорівнює 3.

У теплових витратомірів можна за допомогою зміни потужності нагрівача одержати шкалу з великим загальним діапазоном вимірювання, але підвищувати цю потужність для вимірювання витрат палив небезпечно.

6. *Різноманітна номенклатура вимірюваних палив*, які можуть бути не тільки однофазними, але і багатфазними. Основні методи вимірювання витрати палива були розроблені для однофазних палив. При цьому треба враховувати як параметри (тиск, температура), так і особливі властивості: агресивність, абразивність, токсичність, електропровідність тощо.

Відомо, що найбільш привабливими для використання на транспорті є теплові витратоміри, але вони потребують удосконалення (розширення діапазону вимірювань та зменшення інерційності). Для усунення вказаних недоліків пропонується термоанемометричний витратомір, що має три секції (рис. 1.).

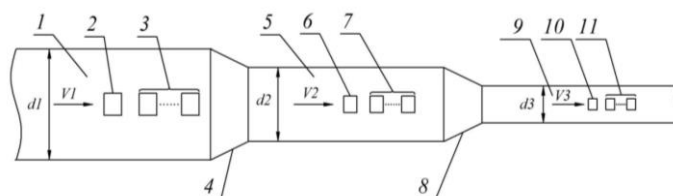


Рисунок 1 - Термоанемометричний витратомір на три секції: 1, 5, 9 – перша, друга та третя трубки секцій; 2, 6, 10 – нагрівальні елементи першої, другої та третьої секцій; 3, 7, 11 – термоперетворювачі першої, другої та третьої секцій; V_1 , V_2 та V_3 – швидкість палива в першій другій та третьої секціях; d_1 , d_2 та d_3 – діаметри паливопроводів першої, другої та третьої секцій.

Наявність секцій різних діаметрів дозволяє збільшувати швидкість палива, що протікає, та, відповідно впливати на його нагрівання для широкого діапазону витрат, що мають місце під час роботи двигуна на різних швидкісних та навантажувальних режимах.

Якщо врахувати закон безперервності потоку рідини та прийняти, наприклад, що $d_3=d_2/2=d_1/4$, не важко встановити, що швидкість V_1 в чотири рази менша за швидкість V_2 та в 16 разів менша за швидкість V_3 . Якщо, наприклад, співвідношення діаметрів обрати $d_3=d_2/3=d_1/9$, то швидкість потоку на виході з витратоміра збільшується в 81 раз.

Також неважко дійти до висновку, що співвідношення швидкостей потоку V_3 до V_1 завжди дорівнює:

$$\left(\frac{V_3}{V_1}\right) = \left(\frac{d_1}{d_3}\right)^2$$

Висновки:

1. Аналіз витратомірів існуючих конструкцій та принципу дії дозволяє стверджувати, що теплові витратоміри найбільш відповідають вимогам щодо можливості їх використання на транспорті.

2. Розроблено спосіб розширення діапазону вимірювання витрат палив термоанемометричним витратоміром. Він полягає у використанні послідовно встановлених секцій з певним співвідношенням діаметрів, що дає можливість змінювати швидкість потоку палива крізь витратомір в декілька разів.

Література

1. Безвесільна, О. М. Методи вимірювання витрат рідини та конструкції витратомірів [Текст] / О. М. Безвесільна, А. В. Ільченко, А. Г. Ткачук, С. О. Пархоменко // Вісник Інженерної академії України. – 2013. – № 3-4. – С. 216–222.

2. Ільченко А. В. Розроблення калориметричного витратоміра моторного палива з підвищеною точністю вимірів регулюванням температури на вході [Текст]/ А. В. Ільченко, О. М. Безвесільна // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - Харків. – 2014. – № 6/7(72). – С. 50-54.

3. Ільченко А. В. Термоанемометрический расходомер биотоплива повышенной точности измерения расхода топлива ДВС [Текст] / А. В. Ільченко, Е.С. Ноженко // Материалы 13-й международной научно-технической конференции (68-й научно-

технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов, аспирантов БНТУ), - Минск: БНТУ, 2015 г. – том 2, 64 с.

4. *Кремлевский П. П.* Расходомеры и счетчики количества веществ: Справочник: Кн. 2 / Под общ. ред. *Е. А. Шорникова*. — 5-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Политехника, 2004. — 412 с.: ил.

Безрідний Володимир Володимирович, асистент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vladimir_vladimirovich_67@ukr.net

АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛІВ І БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ

У зв'язку з дизелізацією вантажного автомобільного транспорту наростає проблема забезпечення відповідним паливом величезної кількості дизельних двигунів.

Головною сировиною для виробництва дизельного палива є нафта, з якої в процесі прямої перегонки отримують газойль, який є основним компонентом дизельного палива.

Як добавки в дизельне паливо застосовують, наприклад, бензин прямої перегонки для забезпечення його фракційного складу при отриманні дизельного палива розширеного фракційного складу (РФС). Важкі фракції додають для отримання палива обваженого фракційного складу (ОФС).

Однак останнім часом все більшу кількість різноманітних добавок в дизельне паливо використовують продукти переробки природного газу за відомим технологічним процесом Фішера-Тропша [1], такі як легкі синтетичні парафінові вуглеводні (ЛСПВ), диметилестер (ДМЕ) та інші.

Метан → синтез-газ → синтетичне паливо. Процес ведеться при високій температурі і тиску на каталізаторах.

Синтез-газ є проміжним продуктом, з якого можна отримати хороше паливо, з якого можна отримати спирти (метанол і етанол), а також ізопропіловий спирт (ІПС), бутанол, трет-бутанол. Усі оксигенати: метилтретбутиловий ефір (МТБЕ), метилтретаміловий ефір (МТАЕ), є хорошими добавками до базового бензину.

Всі вони володіють високим октановим числом, підвищеною випаровуваністю, але меншою теплотою згорання. Однак їх показники якості відповідають експлуатаційним характеристикам бензину і можуть використовуватися в якості замінників бензину. Але внаслідок зниженою теплоти згорання виникає необхідність подавати їх в більшій кількості для досягнення однакової потужності з потужністю двигуна при його роботі на бензині. Однак в даний час ці оксигенати в сучасних бензинах використовують як антидетонатори.

З природного газу (метану) в процесі Фішера-Тропша утворюються легкі синтетичні парафінові вуглеводні (ЛСПВ), які розчиняються в дизельному паливі без проблем в будь-яких співвідношеннях [2, 3].

Що стосується легких палив типу ефірів і спиртів (оксигенатних палив),

то в дизель їх слід подавати на впуску до 90%, а дизельне паливо в кількості 10-20% впорскувати в кінці такту стиснення як запальне паливо.

Також слід зазначити, що на повний перехід ДВЗ на альтернативне паливо будуть впливати такі обставини:

- як довго буде тривати видобуток нафти в кількості, достатній для виробництва традиційних палив для бензинових двигунів і дизелів;
- як велика повинна бути добавка альтернативного палива в традиційне, щоб забезпечити нормальну роботу автотракторних двигунів внутрішнього згоряння, не змінюючи його конструкції, а допускаючи тільки зміни конструкції паливної системи;
- які показники якості альтернативного палива викличуть ускладнення роботи двигуна, як бензинового, так і дизеля, і методи його подолання.

Якщо альтернативне паливо добре розчиняється в традиційному, і розчин зберігає стабільність в умовах експлуатації, то конструкція самого двигуна і системи його живлення може не змінюватися, при цьому об'єм паливного бака повинен забезпечувати роботу двигуна на одній заправці при однаковій енергощільності сумішевого палива.

Добавка альтернативного палива до традиційного дозволяє розширити ресурси як бензинів, так і дизельних палив. Оцінка розширення ресурсів традиційних палив проводиться за кількістю добавки до нафтового палива альтернативного палива при допустимості експлуатації ДВЗ існуючих конструкцій на сумішевих паливах. Розрахунок необхідних показників якості сумішевих палив проводиться згідно із законом аддитивності, якому підпорядковуються всі необхідні показники (характеристики), крім в'язкості.

Різноманітність альтернативних палив дозволяє оцінювати їх властивості як палив для бензинових і дизельних двигунів. Все вуглеводневі палива, одержані з природного газу, можуть бути застосовані в двигуні, але деякі з них, такі як метанол, викликають труднощі. Наявність в ньому великої кількості кисню робить його хімічно агресивним до всіх металів. Висока температура випаровування знижує температуру в камері згоряння настільки значно, що застосовувати його важко для роботи бензинового двигуна, особливо при пуску. Тому в бензин додають його як антидетонатор в кількості не більше 3%.

Література

1. Горбунов В.В., Шкаликова В.П. Использование природного га-за для производства жидкого моторного топлива для дизелей // Научно-технический сборник «Природный газ в качестве моторного топлива: РАО «Газпром».- М.: «Газпром», 1997, №2, с.7-17.
2. Газарян Г.Т., Патрахальцев Н.Н., Шкаликова В.П. и др. Воз-можности расширения ресурсов дизельных топлив применением легких синтетических углеводородов в качестве добавки //Двигателе-строение.- 1986, №12, с.26-29.
3. Азев В.С., Патрахальцев Н.Н., Шкаликова В.П. и др. Особен-ности применения в автотракторном дизеле утяжеленных топлив с до-бавкой легких синтетических парафиновых углеводородов //Двигателестроение, 1990, №6, с.24, 33-36.

АНАЛІЗ ПОПИТУ НА СЕРВІСНІ ПОСЛУГИ ПАТ

Формування попиту і стимулювання збуту вироблених послуг підприємств автомобільного транспорту (ПАТ) грає важливу роль для його успішної діяльності. Збільшена ринкова конкуренція в сфері автосервісу змушує підприємства по обслуговуванню та ремонту автомобілів на дедалі більші поступки споживачам в збуті своїх послуг за допомогою стимулювання попиту.

На основі аналізу попиту на сервісні послуги можна зробити висновки яке технологічне обладнання і в якій кількості потребується на ПАТ.

Попит на сервісні послуги розглянутий на основі аналізу статистики запитів Google [1] на різні види робіт ПАТ. Результати аналізу приведені в табл. 1.

Таблиця 1.1 – Статистика запитів Google на різні види робіт ПАТ

Вид робіт	Середня кількість запитів в місяць (приблизно)	Процент від загальної кількості запитів, %
ТО в повному обсязі	2000	2
Діагностика	8000	8
Ремонт систем живлення	2000	2
Ремонт підвіски	16000	16
Ремонт двигуна	7000	7
Ремонт коробки передач	13000	13
Ремонт рульового управління	2000	2
Електротехнічні	1500	1,5
Установка кутів передніх коліс	8000	8
Ремонт тормозних систем	1500	1,5
Шиномонтажні	12000	12
Кузовні	3000	3
Фарбувальні	18000	18
Мийні	6000	6

За результатами даних табл. 1 побудована діаграма попиту на різні види робіт ПАТ (рис. 1).

Аналіз попиту на послуги ПАТ показує наскільки буде завантажене обладнання, в залежності від його функціонального призначення. Також важливим фактором, що впливає на завантаженість обладнання є сезонність попиту на деякі види робіт.

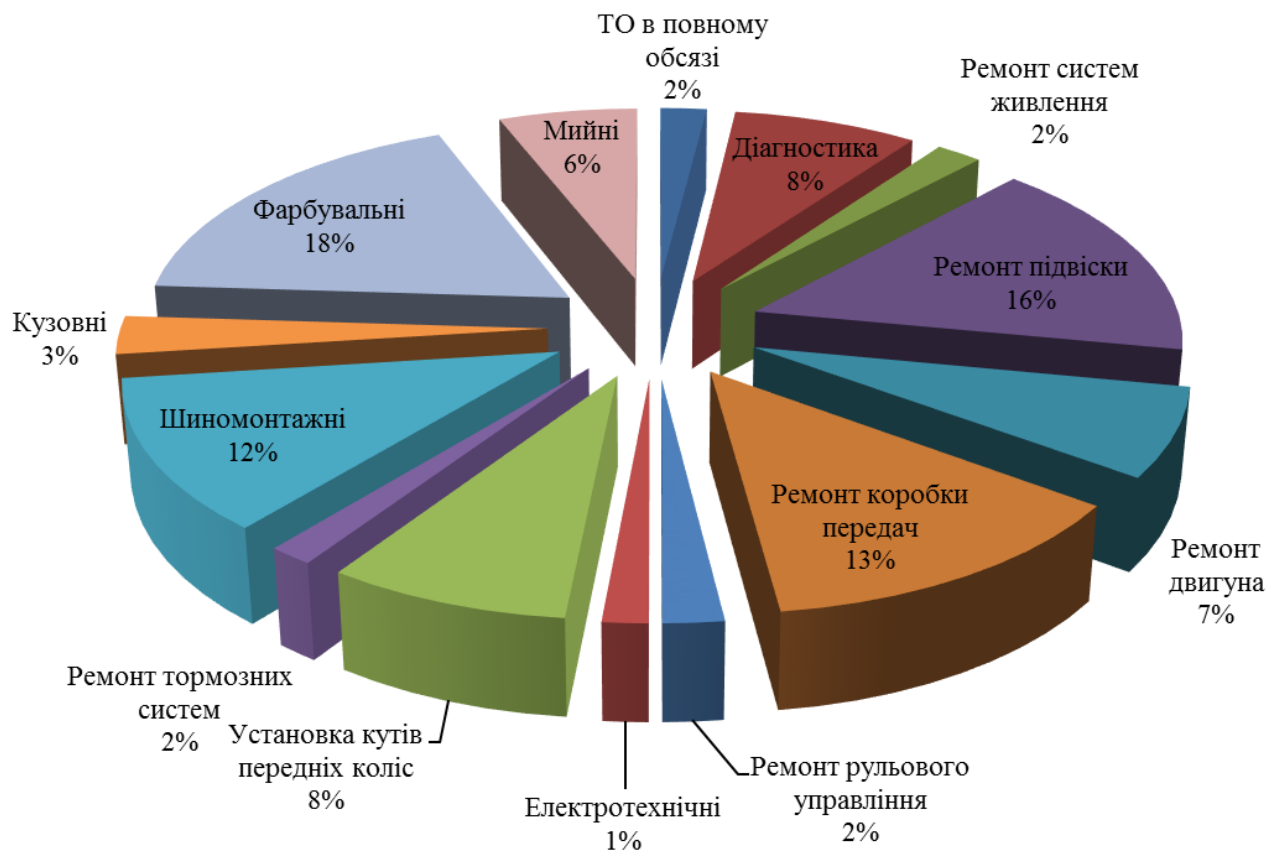


Рисунок 1 – Попит на послуги ПАТ

Наприклад сезонність шиномонтажних робіт яскраво виражена, два рази на рік, перед літнім та зимнім періодом, спостерігається сплеск попиту на ці роботи. Обладнання працює при повному завантаженні 2 - 3 тижні. Потім йде спад попиту.

Схожа залежність спостерігається для робіт по установці кутів передніх коліс, так як при сезонній зміні коліс, зазвичай, проводять ці роботи.

Для фарбувальних робіт спостерігається інша залежність. Спад попиту приходить на зимній період, збільшення попиту – у літній період.

Користуючись сезонністю можна спланувати періодичність ремонтних робіт в періоди коли обладнання найменш завантажене.

Для повного розуміння вибору технологічного обладнання необхідно розглянути його класифікацію.

Література

1. Google trends [Електронний ресурс]. Режим доступу к ресурсу: <https://trends.google.com.ua/>

ФОРМУВАННЯ БАЗИ ЗНАНЬ ЕКСПЕРТНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ АВТОМОБІЛЯ

На борту сучасних автомобілів використовуються інтегровані діагностичні системи, здатні виконувати пасивні (інформування) і активні (підтримка працездатності) функції під час транспортного процесу. Основу таких систем складають мікропроцесорні пристрої, в яких втілені експертні програми (експертні системи ЕС). Програми ЕС використовуються в системах керування та засобах комп'ютерної діагностики автомобілів [1, 2].

Основу ЕС складає база знань, яка призначена для зберігання довгострокових даних, що описують об'єктну область і правила доцільних перетворень даних цієї області. Аналіз об'єктної області в ЕС здійснюється шляхом вибору адекватного рішення із бази знань при надходженні бази даних, які визначають окремі факти, що характеризують об'єкти, процеси та явища в предметній області [3].

Стосовно діагностики автомобіля, як об'єктна область розглядається мехатронна система, а як предметна – її технічний стан. В такому разі, як база знань розглядаються допустимі значення діагностичних параметрів і алгоритми функціонування справної системи (далі по тексті – база даних), а як база даних – поточні (фактичні) значення діагностичних параметрів і алгоритми функціонування системи по факту їх реалізації (далі по тесту – поточні дані).

Оперативний контроль діагностичних параметрів електроприводу (ЕП) автомобіля дозволяє своєчасно встановити факт наявності несправності, локалізувати місце пошкодження і вплинути на систему з метою уникнення аварійної ситуації. Найбільш детальну інформацію про технічний стан ЕП можна отримати методом спектрального аналізу струмів в колах його живлення. Вигляд спектрограм, отриманих за результатами моделювання, виправдовує напрямок досліджень [4].

Метою досліджень на даному етапі є визначення процедури формування бази знань ЕС. Методика формування бази знань ЕС полягає у спостереженні спектрального складу функції струму у колі живлення ЕП і накопичення діагностичної інформації під час імітації пошкоджень її елементів в експлуатаційних режимах.

Процедура формування бази знань для ідентифікації технічних станів (справного і несправних) ЕП відбувається наступним чином. Оператор послідовно імітує несправності системи ЕП шляхом обриву електричних кіл та перемикання елементів, забезпечуючи при цьому функціонування ЕП у експлуатаційних режимах автомобіля. Моніторинг режимного та технічного станів ЕП здійснюється за допомогою датчика струму акумуляторної батареї у

вигляді періодичного сигналу, який конвертується аналізатором спектру. Таймер вимірювань, нормований оператором, призначає необхідну тривалість часу аналізу функції струму на кожному кроці зміни режимного та технічного станів. Відповідно до режиму функціонування ЕП і заданому пошкодженню, оператор визначає адресу запису спектрограми у двомірному форматі. Перша координата, формованої таким чином характеристичної карти, визначає чарунку пам'яті де зберігається інформація про діагностичний параметр за ознакою режимного стану, а друга – за ознакою технічного стану на час проведення експерименту. Таким чином, об'єм пам'яті, потрібної для зберігання бібліотеки зразкових значень параметрів, визначається переліком режимних станів (кількістю функціональних тестів) і технічних станів (кількістю можливих несправностей).

Як об'єкт діагностики розглядається система ЕП автомобіля з одною вентиляційною електричною машиною подвійної дії. Така система здатна функціонувати у двох статусах – двигуна і генератору. Для узгодження напруги живлення споживачів та джерел енергії у структурі ЕП задіяні чотири перетворювача напруги [5].

Для ЕП такої структури розглядаються чотири режими (функціональні тести) у статусі двигуна і два режими у статусі генератора: холостий хід та пуск електродвигуна без навантаження і під визначеним навантаженням; обертання електродвигуна під стаціонарним навантаженням; підключення акумуляторної батареї до генератора під напругою; заряд акумуляторної батареї фіксованим значенням струму в режимі рекуперації.

Формування бази знань можна проводити двома шляхами – натурального експерименту на фізичному рівні або віртуальних досліджень імітаційної моделі. В першому випадку, потрібно мати реальний автомобіль з ЕП, на якому забезпечуються необхідні режими функціонування та є можливість послідовно спричиняти пошкодження елементів електричних кіл та їх відновлення без важких наслідків та марних втрат. Крім того, потрібна апаратура для реалізації вимірювального каналу (інтегрований датчик струму), перетворення сигналу (аналізатор спектру, таймер вимірювань) і збереження отриманої інформації (формував адреси, запам'ятовуючій пристрій, інтерфейс користувача).

На етапі попередніх досліджень при розробці діагностичної системи доцільним є другий підхід – віртуальні дослідження, де витратна частина розробки зводиться до наявності персонального комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням.

Згідно методики віртуальних досліджень, імітаційні моделі ЕП будуються окремо для статусу двигуна і статусу генератора [6, 7]. Для визначених режимів ЕП проводиться спектральний FFT-аналіз функції струму батареї. Чутливість діагностичного параметру, в такому разі, визначається розбіжністю амплітуд та фазових зсувів окремих гармонік спектру для заданого режиму ЕП, а інформативність – розбіжністю спектрограм обраного режиму за технічними станами.

Як найбільш ймовірні несправні стани силового кола при структурній ідентифікації можна розглядати значний перелік апаратних пошкоджень, пов'язаних з: пробоями та перегораннями напівпровідникових приладів; обривами і короткими замиканнями пасивних елементів, монтажу та обмоток вентильної машини. До цього переліку можна додати стани при параметричній ідентифікації несправностей, такі як виткові замкнення в обмотках вентильної машини та відхилення параметрів пасивних елементів від нормованих значень.

Таким чином, враховуючі контрольовану кількість режимів функціонування системи N й кількість можливих пошкоджень n маємо значний перелік спектрограм, які розглядаються, як база зразкових даних ЕС системи самодіагностики. Якщо, кількість гармонік, розглянутих в кожній спектрограмі технічного стану, позначити числом m , то загальний формат потрібний для зберігання бібліотеки станів за амплітудним показником визначиться перемноженням $F=2 \times N \times n \times m$. Подвоєння формату пояснюється необхідністю зберігати граничні значення (коридор допусків) амплітуди кожної гармоніки. Загальний об'єм пам'яті у кодовому наданні, при цьому, залежить від обраної розрядності коду інтерпритованої амплітуди окремих гармонік.

Якщо технічні стани ідентифікувати ще й за фазовим зсувом окремих гармонік спектру, можна значно підвищити інформативність спектрограм. Однак при цьому, відповідно, формат бібліотеки даних і об'єм пам'яті для її зберігання значно зростає.

Література

1. Top 6 Car Diagnostic Software in 2017. / Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <http://www.archer-soft.com/en/blog/>.
2. On-board diagnostics. / Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/>.
3. Nana Yaw Asabere, Simonov Kusi-Sarpong. A Mobile Vehicle Expert System for the Automobile Industry / International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 Vol. 2, Issue 6, November- December 2012, pp.1108-1123. / Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: www.ijera.com/papers/Vol2_issue6/FH2611081123.pdf.
4. Бороденко Ю.М. Спектральний аналіз електричних процесів по колах живлення електроприводу автомобіля / Ю.М. Бороденко, Є.В. Трішкин // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2015. – №8. – С. 6 – 11.
5. Бороденко Ю.М. Аналіз структури електроприводу гібридного автомобіля, як об'єкту діагностики // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2016. – №10. – С. 5 – 10.
6. Бороденко Ю.М. Ідентифікація несправностей електроприводу автомобіля з вентильним двигуном. // Весник ХНАДУ. Харьков: ХНАДУ, 2016. – вып. № 72. – С. 13 – 18.
7. Бороденко Ю.М. Ідентифікація несправностей енергетичної установки гібридного автомобіля. // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2016. – №9. – С. 27 – 31.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ПО ВАКУУМНИМ ДІАГРАМАМ

Вступ. Основною причиною погіршення ефективної роботи двигуна є зміна структурних параметрів, вимірювання яких не завжди можливо без розбирання. Тому про зміну його технічного стану судять по величині діагностичних параметрів, що дозволяють визначити технічний стан об'єкта без розбирання. Діагностичні параметри зв'язані певними залежностями як зі структурними параметрами, так і з експлуатаційними якістьми двигуна. Знання залежностей між структурними й діагностичними параметрами, розуміння характеру їх зміни в процесі експлуатації дозволяє визначати дійсний стан агрегатів без їхнього розбирання, прогнозувати залишковий ресурс і обґрунтовано призначати вид ремонту або обсяг технічного обслуговування [1].

Основні несправності двигуна: зношування деталей циліндропоршневої групи, несправності в системі живлення, нагар у камері згоряння, відкладання в системах живлення і охолодження, порушення роботи газорозподільного механізму та ін. суттєво знижують потужність двигуна.

Актуальність досліджень. Прагнення піддати двигун ремонту раніше необхідності від часті пояснюється силою застарілих традицій про довговічність механізмів. При цьому упускається з виду, що конструкції й технологія виготовлення двигунів безупинно удосконалюються. Крім того, незнання методів діагностики двигунів, а порою й недосконалість їх, є причиною того, що ці агрегати зазнають ремонту на підставі суб'єктивних висновків обслуговуючого персоналу, а не по фактичній потребі. У той же час відомо, що будь-яке розбирання механізму негативно впливає на його подальшу працездатність. Внаслідок деформації матеріалу деталей змінюється їхня геометрична форма, порушується співвісність і т. д. Це приводить до того, що при подальшій роботі механізму знову відбувається приробітка деталей, так зване вторинне приробляння, яке, як відомо, супроводжується підвищеною швидкістю зношування деталей.

Постановка задачі. Необхідно розробити точний та достовірний метод діагностування циліндро-поршневої групи двигуна без його розбирання.

Результати досліджень. Сутність пропонованого методу заснована на тому, що за допомогою спеціальних датчиків при використанні багатоканального цифрового осцилографа на базі ПК ми маємо можливість аналізувати різні величини: розрідження у впускному колекторі, тиск у циліндрах, пульсації тиску газів, що відроби́ли, у вихлопній трубі, пульсації тиску картерних газів, пульсації тиску масла в масляній магістралі, пульсації струму стартера. При цьому ми можемо синхронізувати сигнал від індуктивного датчика, встановленого на високовольтне проведення свічі

першого циліндра бензинового двигуна або від п'єзодатчика, встановленого на паливопроводі форсунки першого циліндра дизельного двигуна [2]. Таким чином, можна зробити висновок про приналежність певної аномалії конкретному циліндру.

Наприклад, розглянемо перевірку пульсацій розрідження у впускному колекторі. Цей тест проводиться в режимі прокручування стартером. Для блокування пуску двигуна потрібно відключити систему запалювання й/або систему подачі палива.

Якщо двигун справний, осцилограма розрідження у впускному колекторі має форму близьку до синусоїди (рис. 1, а).

Осцилограма набуває пилкоподібну форму (рис. 1, б) у випадку, якщо ремінь (ланцюг) установлений неправильно.

Така осцилограма розрідження (рис 1, в) у впускному колекторі вказує на те, що впускні клапана закоксовані настільки, що нагар на тарілці клапанів перешкоджає ефективному наповненню циліндрів паливоповітряною сумішшю.

По цим осцилограмам можна визначити велику кількість несправностей, нижче приведені тільки деякі.

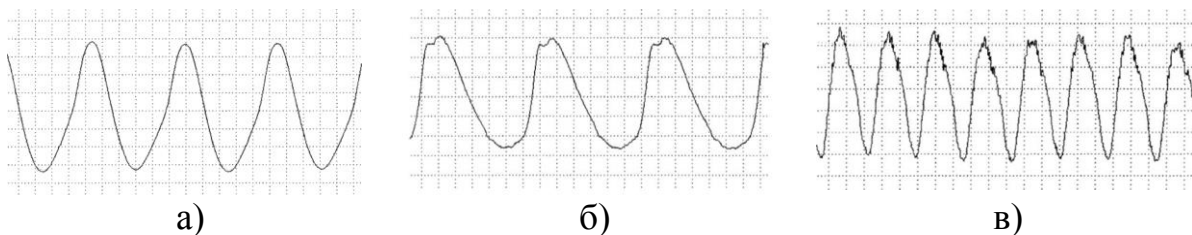


Рисунок 1 – Застосування вакуумних діаграм для діагностування ЦПГ

Багато діагностів, використовуючи осцилограф з відповідними датчиками, можуть вивести на екран такі осцилограми та, проаналізувавши їх форму, поставити відповідний діагноз щодо систем ЦПГ [3]. Але існує декілька проблем з якими можна зіткнутися при запису таких сигналів. По-перше, це частота дискретизації осцилографа, яка має бути достатньою для запису достовірного сигналу. По-друге, це зовнішні перешкоди, які можуть накладуватися на корисний сигнал. Крім цього, у деяких випадках при виникненні двох або більше несправностей аналіз цих осцилограм може бути досить складний.

Висновки. Використовуючи метод визначення стану циліндро-поршневої групи по вакуумним діаграмам можна з великою точністю визначити несправність не витрачаючи час на розбирання двигуна. Даний метод має перспективу розвитку для визначення несправностей по коливанням тиску у магістралі відпрацьованих газів та магістралі системи мащення.

Література

1. Гаврилов В.В. Диагностирование ДВС. / Гаврилов В.В. – М.: Техносфера, 2006. – 300 с.

2. Фрайден. Дж. Современные датчики. Справочник / Фрайден. Дж. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
3. Біліченко В.В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навч. посіб. / В.В. Біліченко, В.Л. Крещенський, Ю.Ю. Кукурудзяк, С.В. Цимбал. – Вінниця: ВІТУ, 2012. – 118 с.

Вербовський Валерій Степанович, Інститут Газу НАН України,
vverbovskiy@teplosoyuz.com

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕДПУСКОВОЇ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Вступ. Енергетичні установки з газовими двигунами стали невід’ємною частиною систем базового, пікового та резервного енергопостачання.

Актуальність досліджень. Серед основних проблем ефективної експлуатації газових двигунів електростанцій є забезпечення гарантованого пуску холодного двигуна. Існуючі способи забезпечення теплової підготовки двигунів перед пуском є не досить ефективними, достатньо енерговитратними, такими, що потребують підводу теплової енергії від зовнішніх джерел. Натомість 60-70% енергії палива в газовому двигуні відводиться в навколишнє середовище і не завжди використовується за основними потребами.

Постановка задачі. Утилізація невикористаної теплової енергії та її накопичення в теплових акумуляторах для подальшого одночасного прогріву охолоджуючої рідини та моторної оливи перед пуском двигуна системно не досліджено.

Результати досліджень. Комплексна система передпускового прогріву (КСПП) стаціонарного газового двигуна К-159 М2 (6Ч 12/14) складається з підсистем: прискореного прогріву (СППД), утилізації теплової енергії ВГ тепловим акумулятором (ТА) фазового переходу (СУТТА), контактного теплового акумулятора (КТА), накопичувача моторної оливи з тепловим акумулятором (НМОТА). КСПП конструктивно входить, як складова частина, до систем охолодження (СОД) і мащення (СМ) газового двигуна та виконує частину їх функцій та здійснює визначальний вплив на протікання робочого процесу газового двигуна [1, 2], а саме забезпечує передпусковий і прискорений післяпусковий прогрів ОР в СОД і МО в СМ газового двигуна до температури, при якій можливо здійснювати навантаження двигуна, а потім до робочої температури та довготерміново підтримує їх у межах, обумовлених робочим процесом та конструкцією двигуна.

Елементи системи передпускового прогріву газового двигуна, а саме СППД, СУТТА і КТА входять в як складові елементи в систему охолодження двигуна, а СППД, СУТТА, КТА і НМОТА - в систему мащення двигуна.

За допомогою розроблених математичних моделей [1 - 4] було розраховано роботу системи прогріву (СП) з фазоперехідними тепловими акумуляторами (ТА) в процесі виконання циклу їх розрядки – зарядки у складі

дослідної системи для газового двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) К-159 М2 (6Ч 12/14). В математичних моделях були враховані особливості конструкції дослідного двигуна, фазоперехідних ТА, систем охолодження (СОД) і мащення (СМ), при здійсненні прогріву моторної оливи (МО) в процесі забезпечення теплової підготовки.

Розроблені методики і математичні моделі [1 - 4] розрахунку роботи ТА, контактного теплового акумулятора (КТА), накопичувача моторної оливи з ТА (НМОТА) фазового переходу СП в процесі повного циклу їх розрядки – зарядки – зберігання теплової енергії у складі дослідної системи, як за рахунок фізичного охолодження – нагрівання, так і при здійсненні процесу кристалізації теплоакумулюючого матеріалу (ТАМ) в квазіізотермічному режимі. Для формування бази вихідних даних в математичній моделі СП дослідного газового двигуна вихідні дані стосовно теплових параметрів при роботі ДВЗ в режимі холостого ходу були отримані за допомогою програмного комплексу Diesel-RK. За допомогою розробленої математичної моделі визначений вплив швидкості циркуляції МО газового двигуна на час його прогріву, який показав, що за рахунок збільшення швидкості циркуляції МО в СП до 0,22 м/с можливо скоротити час прогріву МО двигуна на 5,1 – 5,5 хв., тобто на 10,9 - 21%.

Виходячи з розроблених алгоритмів передпускового прогріву СМ газового двигуна були складені 6 основних варіантів для виконання аналізу можливостей використання складових ТА розробленої СП. При цьому, для всіх означених варіантів, під час здійснення передпускового прогріву газового двигуна з СП, оцінювались наступні режимні параметри: прогрів МО від T_{oc} до 50 °С, хв., підтримання в процесі зберігання $T_{MO} \approx 50$ °С, хв., прогрів МО від 50 °С до 85 °С, хв. Аналіз параметрів роботи проводився для СМ двигуна при різних температурах оточуючого середовища в умовах експлуатації, а саме: 20 °С, 0 °С, -20 °С.

Оцінка впливу конструктивних параметрів та параметрів налаштування СП на час передпускового прогріву та паливну економічність газового двигуна

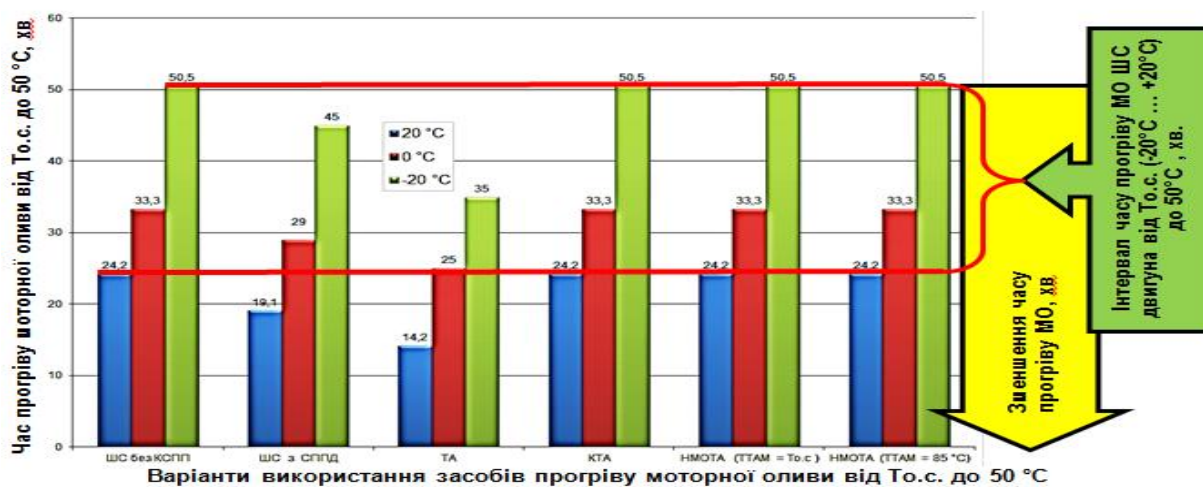


Рисунок 1 - Результати дослідження впливу основних варіантів комплектації системи прогріву на час прогріву моторної оливи двигуна 6Ч 12/14 від $T_{o.c.}$ до 50 °С

К-159 М2 (6Ч 12/14) підтвердила покращення термінових параметрів прогріву, паливної економічності при роботі газового двигуна за розробленим циклом прогріву із застосуванням системи прогріву, а також ефективність застосування СП, як одного з дієвих напрямків покращення показників паливної економічності ДВЗ без суттєвого збільшення вартості СП двигуна енергетичної установки.

Порівняння часу прогріву МО двигуна (рис. 1) показало, що СП з ТА дозволяє суттєво покращити показники часу прогріву МО від температури оточуючого середовища T_{oc} до 50 °С на 8,3 – 15 хв. (до 25 - 41,3%) у порівнянні зі штатною системою двигуна. При цьому витрата палива на прогрів МО двигуна в аналогічних умовах зменшується на 1,79 – 2,8 кг, або до 73,8 – 75,2%, у порівнянні з використанням штатної системи (ШС) мащення двигуна. Суттєвим позитивним моментом при здійсненні прогріву МО ДВЗ є додатковий прогрів зони колінчастого валу двигуна. Саме ця особливість є суттєвою для двигуна К-159 М2 (6Ч 12/14), як базового при його використанні на транспорті (залізничному і водному) і в стаціонарній енергетиці. При варіюванні використання комбінацій варіантів поєднання основних підсистем СП найбільш доцільним залишається варіант з використанням фазоперехідного ТА для розглянутого випадку, тобто прогріву МО від T_{oc} до 50 °С, хв.

Висновки. В цілому використання СП доцільно для забезпечення передпускової підготовки МО газового двигуна К-159 М2 (6Ч 12/14) в різних кліматичних умовах експлуатації, а особливості комплектації і технології використання вибираються в залежності від експлуатаційних потреб і призначення двигуна. В результаті проведеної роботи були розроблені основні рекомендації для створення СП для газового двигуна, що враховують широкий спектр зовнішніх та внутрішніх факторів, які впливають на роботу системи, точність, надійність її роботи та зручність в експлуатації.

Література

1. Gritsuk, I., Volkov, V., Gutarevych, Y., Mateichyk, V. et al., "Improving Engine Pre-Start And After-Start Heating by Using the Combined Heating System," SAE Technical Paper 2016-01-8071, 2016, <https://doi.org/10.4271/2016-01-8071>.
2. Gritsuk, I., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Volkov, V., "Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator," SAE Technical Paper 2016-01-0204, 2016, <https://doi.org/10.4271/2016-01-0204>.
3. Вербовський В.С. Математична модель розрахунку показників роботи двигуна внутрішнього згорання з системою передпускового прогріву при здійсненні передпускового і післяпускового прискореного прогріву / В.С.Вербовський, І.В. Грицук, Д.С. Адров // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». - Луцьк: ЛНТУ, 2014. – Випуск №45, - с.64-71.
4. Вербовський В.С. Оцінка доцільності проведення передпускової і післяпускової підготовки газового двигуна К-159 М2 за допомогою комплексної системи передпускового прогріву / В.С. Вербовський // Збірник наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ. - Донецьк: ДонІЗТ, 2014 – Випуск №39., с.93-99.

Волков Володимир Петрович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tesa@khadi.kharkov.ua;

Грицук Ігор Валерійович, д.т.н., професор, Херсонська державна морська академія, gritsuk_iv@ukr.net;

Грицук Юрій Валерійович, к.т.н., доцент, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, yuri.gritsuk@gmail.com;

Володарець Микита Віталійович, к.т.н., ст. викладач, Український державний університет залізничного транспорту, volodarets.nikita@yandex.ru

Волков Юрій Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yura_volkov_88@mail.ua;

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Процеси експлуатації транспортних засобів (ТЗ) супроводжується присутністю ряду негативних наслідків, серед яких є витрата значної кількості палива, забруднення навколишнього середовища тощо. Враховуючи вплив цих процесів на зовнішнє середовище і, як результат, необхідність прийняття рішень щодо розробки процесів протидії цьому явищу, адекватних результатам, що досягаються, треба мати необхідний обсяг достовірної інформації про параметри цих процесів експлуатації ТЗ в умовах експлуатації.

Сучасний стан розвитку інформаційно-комунікаційної технології руху наземного транспорту на основі практичної реалізації синергетичного об'єднання комп'ютерних ресурсів усіх учасників дорожнього руху в єдиному інформаційному просторі мережі Internet – від окремого транспортного засобу до корпоративного рівня транспортної організації є основою розв'язання задачі інформатизації цих процесів, завдяки стрімкому розвитку як інформаційних ресурсів так і інформаційного стану транспортних систем.

В дослідженні здійснено формування і практична реалізація функціональних можливостей інтелектуальної транспортної системи для ідентифікації і моніторингу технічної інформації про окремі ТЗ. Сформульовані основні положення для ідентифікації ТЗ за VIN-кодом. Наведені практичні результати ідентифікації і моніторингу технічної інформації про окремі транспортні засоби, а саме ідентифікація і моніторинг місцезнаходження ТЗ; ідентифікація і моніторинг технічної інформації про ТЗ; моніторинг параметрів технічного стану окремих ТЗ.

Робота базується на досвіді вчених в частині сучасних напрямів розвитку інформаційних технологій, мехатроніки та синергетики у транспортних додатках. На автомобільному транспорті світу в умовах сталого розвитку інтелектуальних транспортних систем (Intelligent Transport Systems – ITS) поступово здобувають розповсюдження пілотні проекти інформаційно-аналітичних систем оцінювання забруднення придорожного середовища

транспортними потоками, що сьогодні спрямовані на пріоритетний розвиток інфраструктури доріг, яка несе головний тягар збору інформації та її передачі водіям ТЗ, що мають бортові засоби ITS (телематичне забезпечення борта ТЗ). Головним напрямком дій в досягненні мети роботи є «Транспортна стратегія України на період до 2020 року» (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р), згідно з якою дотримання основних принципів, зокрема, «забезпечення екологічної безпеки, обов'язкового дотримання екологічних стандартів і нормативів під час провадження діяльності у галузі транспорту» і «стимулювання розвитку енергозберігаючих і екологічно безпечних видів транспорту» здійснюється реалізацією основних напрямів, зокрема, інтеграція вітчизняної транспортної системи до європейської та міжнародної транспортних систем шляхом: приєднання і забезпечення виконання міжнародних транспортних конвенцій та угод; гармонізації вітчизняного законодавства з транспортним законодавством ЄС; розроблення та упровадження відповідно до міжнародних вимог технічних та технологічних регламентів і стандартів; забезпечення співпраці у використанні систем супутникової навігації у рамках Угоди про співробітництво щодо цивільної глобальної навігаційної супутникової системи між Україною та ЄС, його державами-членами; забезпечення безпеки транспортних процесів шляхом упровадження сучасних інформаційних технологій здійснення контролю за безпекою на транспорті, створення супутникових систем контролю та регулювання руху транспортних засобів тощо.

Крім того, відповідно до транспортної стратегії Україна сьогодні залучена до участі у Рамковій програмі ЄС з досліджень та інновацій ГОРИЗОНТ 2020 (HORIZON 2020) (<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020>) одним із напрямів досліджень якої є розробка «розумного, зеленого та інтегрованого транспорту» (Smart, Green and Integrated Transport), зокрема, розробка ефективного і екологічно чистого авіаційного, наземного і водного транспорту, який здійснює мінімальний вплив на клімат і навколишнє середовище за рахунок розвитку інтелектуальних систем, інфраструктури і послуг і поліпшення транспорту та мобільності в міських районах. Це, в свою чергу, вимагає наявності інформації про параметри технічного стану ТЗ в умовах експлуатації.

Можливо виділити наступні етапи дослідження: аналіз теоретичних і практичних розробок щодо методів контролю технічного стану автомобіля; дослідження основних компонентів і процесів формування складових інформаційної системи моніторингу ТЗ; розробка математичних моделей, що дозволяють оцінювати поточний і прогнозувати технічний стан автомобіля; розробка математичної моделі предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану автомобіля в умовах експлуатації; розробка структури системи дистанційного моніторингу транспортного засобу та алгоритмів його забезпечення; реалізація інформаційних програмних комплексів; отримання результатів експериментальних досліджень, аналіз та узагальнення отриманих характеристик технічного стану ТЗ.

Розроблена математична модель інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану автомобіля в умовах експлуатації, а на її базі створено інформаційний програмний комплекс «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»», у вигляді множини інформаційних елементів системи моніторингу у складі 60 елементів, множини елементів групи у складі 7 елементів, існуючого загального інформаційного елементу для всіх сімох інформаційних груп - «Час збирання інформації», який є ключовим з причини семантичної залежності одержуваних даних моніторингу параметрів технічного стану ТЗ від часу збирання інформації.

Розроблена модель системи дозволяє формувати можливі варіанти інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації на основі загального підходу до дослідження системи, що базується на положеннях теорії експлуатації автомобілів, включенні і взаємодії складових компонентів моніторингу таких як: автомобіль з водієм і бортовим інформаційним комплексом; умов експлуатації ТЗ (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культура праці); транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг.

Розроблено структуру і принцип інформаційної взаємодії в процесах дистанційного моніторингу транспортних засобів між БІНК і елементами ITS, що дозволяють забезпечити визначення положення і моніторинг параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації, вирішення задачі допомоги водієві ТЗ в процесі експлуатації ТЗ, забезпечення транспортної безпеки ТЗ. Застосування розроблених алгоритмів дозволяє автоматизувати процес моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в межах розробленого ІПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» засобами ITS. За допомогою розроблених алгоритмів і сформованої інформаційної системи моніторингу, є можливість в межах ІПК, поєднувати інформацію про дорожні, транспортні і атмосферно-кліматичні умови експлуатації ТЗ на сервері оператора мережі.

В результаті експериментальних досліджень було виконано визначення фактичних параметрів технічного стану самого ТЗ, корегування умов експлуатації, а також точного визначення місця розташування і точного часу за параметрами, прийнятими від навігаційних супутникових систем, що виконується GPS приймачем, та обміну цією інформацією з робочим місцем моніторингу ТЗ і іншими учасниками моніторингу робочих процесів ТЗ.

Запропоновано технологію обробки результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації, що дозволяє отримати значення середніх швидкостей руху для дільниці з урахуванням геозон, витрати палива і відносного коефіцієнту зміни швидкості руху, який є основним орієнтиром при визначенні умов експлуатації ТЗ.

Максимально ефективна реалізація технічних можливостей розробленого інформаційного комплексу і взаємодії технічних засобів моніторингу транспорту вимагає застосування потужного програмного забезпечення, необхідного для автоматизованої обробки і аналізу технічної інформації про

параметри і стан ТЗ з метою прийняття ефективних рішень, спрямованих на підвищення ефективності технічної експлуатації ТЗ на різних ієрархічних рівнях ЖЦ як окремих ТЗ, так і транспортних підприємств та транспортних потоків.

Горбик Юрій Васильович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yuragorbik@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА

Визначення токсичності за допомогою їздових циклів інформаційно повне, але важке у виконанні. Серйозним недоліком всіх відомих закордонних циклів є те, що при випробуваннях строго регламентуються тільки швидкості й передачі, а навантаження на колесах не нормується. Це приводить до серйозних похибок у визначенні вмісту токсичних речовин. Особливо це стосується оксидів азоту, які при малих навантаженнях практично відсутні, а при середніх і більших різко зростають.

У зв'язку з цим на кафедрі ТЕСА ХНАДУ розроблений метод випробувань автомобілів на токсичність при різних швидкостях і навантажувальних режимах, який імітує їздовий цикл. При діагностуванні показників токсичності на роликових стендах пропонується два режими випробувань: міський ($V_a=30$ км/ч, відсоток використання потужності $\sim 10\%$) і магістральний ($V_a=60$ км/ч, відсоток використання потужності $\sim 30\%$) [2].

При виконанні теми дослідження був використаний автомобіль ВАЗ-21104 з системою нейтралізації та без неї. Нижче наведені результати випробувань цього автомобіля, обладнаного трикомпонентним нейтралізатором ВГ, який об'єднаний у єдиний блок з випускним колектором, що дозволяє нейтралізатору швидше прогріватися до робочої температури. Електронна система керування впорскуванням палива безперервно корегує подачу палива в залежності від умов роботи двигуна і сигналу від датчика концентрації кисню у ВГ, який встановлений перед нейтралізатором.

Прямі виміри об'ємних викидів шкідливих речовин (ШР) при дослідженнях токсичності на навантажувальних режимах у цілому аналогічні вимірам на режимі ХХ (певні складності при знятті цих характеристик викликає необхідність створення за допомогою роликового стенда заданого навантажувально-швидкісного режиму й утримання на цьому режимі об'єкта випробувань – автомобіля). Паралельно проводиться побудова економічної характеристики на цих же режимах. Як показала практика, при використанні масового методу контролю витрати палива час на його проведення (1,5...2 хв.) із запасом перевищує рекомендований час для встановлення показників газоаналітичною апаратурою.

Обробка результатів діагностування включає:

- при одиничних вимірах у залежності підставляються безпосередні результати, при множинних – їх середнє арифметичне;
- перерахування результатів випробувань у розмірність г/км виконується на підставі залежності [1].

$$Q_{\text{ШР}} = \frac{1000}{22.4} \cdot M_{\text{ШР}} \cdot 0.01 \cdot X_{\text{ШР}} \cdot 0.01 \cdot \frac{\rho_{\text{П}} \cdot L_{\text{О}}}{\rho_{\text{ПОВ}}} \cdot Q \cdot \alpha, \quad (1)$$

де $Q_{\text{ШР}}$ – молекулярна маса шкідливої речовини (ШР), г/км;

$X_{\text{ШР}}$ – показання газоаналізатора, % (при шкалах, які відградуєвані у млн^{-1} , перевідний коефіцієнт 10000);

$\rho_{\text{П}}$ – густина палива, приведена до нормальних умов (НУ), кг/л;

$\rho_{\text{ПОВ}}$ – густина повітря, приведена до НУ, кг/м^3 ;

$L_{\text{О}}$ – стехіометрична кількість повітря;

Q – витрата палива, л/100 км;

α – коефіцієнт надлишку повітря.

Витрата палива при випробуваннях визначається по залежності

$$Q_{\text{ГОД}} = Q_{\text{ПОД.}} - Q_{\text{ПОВ.}}, \text{ л/ГОД}, \quad (2)$$

де $Q_{\text{ГОД}}$ – годинна витрата палива автомобілем при заданому русі, л/год;

$Q_{\text{ПОД.}}$ – кількість палива, яке подається до двигуна за годину, приймаємо рівною продуктивності електропаливного насоса, л/год;

$Q_{\text{ПОВ.}}$ – кількість палива, яке повертається назад у бак, л/год.

Годинну витрату палива автомобілем при заданій швидкості руху визначаємо за формулою

$$Q_{\text{ГОД}} = (Q_{\text{Л/100}} \cdot V_{\text{а}}) / 100, \text{ л/ГОД}, \quad (3)$$

де $Q_{\text{Л/100}}$ – кількість палива, що витрачається автомобілем при заданому русі, л/100 км;

$V_{\text{а}}$ – швидкість автомобіля, км/год.

Формула для переведення л/год у л/100км має вигляд:

$$Q_{\text{Л/100км}} = (Q_{\text{ГОД}} / V_{\text{а}}) \cdot 100, \text{ л/100 км}. \quad (4)$$

За отриманими результатами робиться висновок щодо впливу експлуатаційних факторів на показники автомобіля, який досліджується.

При проведенні порівняльних випробувань автомобіля ВАЗ-21104 з нейтралізатором і без нього, виміряли також витрату палива в міському, магістральному й змішаному циклі. Миттєва витрата палива, середня швидкість руху, середня витрата фіксувалися за штатним бортовим комп'ютером автомобіля. Результати представлені в табл. 1.

Як видно з отриманих результатів, застосування нейтралізатора дає незначне збільшення витрат у міському (на 2,3%), у позаміському (на 7,5%) і змішаному циклах (на 2,7 %), але при цьому викиди CO знижуються в 3,2 рази, CH – у 3,8 раза, NO_x в 6,08 раза (табл. 2).

Таблиця 1 – Результати витрати палива автомобіля ВАЗ-21104 за різними циклами випробування

Обладнання системи випуску ВГ	Витрати палива автомобіля, л/100 км		
	Міський цикл	Магістральний цикл	Змішаний цикл
Без нейтралізатора	8,4	6,2	7,2
З нейтралізатором	8,6	6,7	7,4

Таблиця 2 – Дані щодо випробувань автомобіля ВАЗ-21104 на стенді з біговими барабанами за методикою кафедри ТЕСА ХНАДУ

Обладнання системи випуску ВГ	Токсичні речовини, які викидаються з ВГ автомобіля, г/км					
	CO		C _n H _m		NO _x	
	Отриманий результат	Норма (Євро 2)	Отриманий результат	Норма (Євро 2)	Отриманий результат	Норма (Євро 2)
Без нейтралізатора	8,32	-	1,25	-	1,52	-
З нейтралізатором	2,64	2,7	0,33	0,34	0,25	0,25

Аналіз діючого в Україні ДСТУ 4277-2004 [3] показав свою недосконалість у порівнянні зі стандартами Євро, і він може бути тільки низовим ступенем системи контролю і застосовуватися в умовах експлуатації як елемент діагностики, а також входити як складова частина у випробуваннях на роликівих стендах.

Література

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). В двух частях / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко // Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 219 с.
2. Трифонов А.А. Совершенствование диагностирования токсичности отработавших газов транспортных средств в условиях эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Трифонов Андрей Александрович. – Х., 2000. – 150 с.
3. ДСТУ 4277: 2004. Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі. Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Київ, 2004. – 11 с.

Грицук Ігор Валерійович, д.т.н., професор, Херсонська державна морська академія, gritsuk_iv@ukr.net

Волков Володимир Петрович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tesa@khadi.kharkov.ua;

Грицук Юрій Валерійович, к.т.н., доцент, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, yuri.gritsuk@gmail.com

Волков Юрій Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yura_volkov_88@mail.ua.

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ДІАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ

Результати дослідження показані при використанні ПК ««IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»». Для здійснення моніторингу поточних параметрів стану транспортного засобу (ТЗ) користувач переходить в робоче вікно інформаційного програмного комплексу (ІПК) (рис. 1): ««IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» => Моніторинг параметрів стану ТЗ => Параметри технічного стану і положення ТЗ.

The screenshot displays the 'IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»' software interface. The main title is 'Основні технічні характеристики поточного стану транспортного засобу' (Main technical characteristics of the current vehicle status). Below it, the subtitle is 'Параметри технічного стану і положення ТЗ' (Parameters of technical status and position of the vehicle). The interface is divided into several sections:

- Top Section:** Displays 'Оберти ДВЗ (хв⁻¹)' (Engine RPM) with a value of 2208 and 'Швидкість (км/год)' (Speed) with a value of 46. A 'Перемикач для визначення положення ТЗ' (Switch for determining vehicle position) is located on the right.
- Left Section:** Contains 'Риск оливи' (Oil risk) with a green indicator and 'Температура охолоджуючої рідини (°C)' (Coolant temperature) with a value of 92,5.
- Bottom Left Section:** Includes a 'Сформувати звіт' (Generate report) checkbox, a 'Початок' (Start) date/time selector (02.02.2017 14:45:31), and a 'Кінець' (End) date/time selector (02.02.2017 17:23:45). A 'Друк звіту' (Print report) button is also present.
- Bottom Right Section:** Features a 'Показати Torque' (Show Torque) button, a 'Показати GPS-Trace Orange 1' (Show GPS-Trace Orange 1) button, a 'Показати GPS-Trace Orange 2' (Show GPS-Trace Orange 2) button, and a 'Показати M2M Lab або ХНАДУ ТЕСА' (Show M2M Lab or HNADU TECA) button.
- Navigation:** At the bottom, there are '< Назад' (Back) and 'Далі >' (Next) buttons, with labels 'Кнопка «Назад»' (Back button) and 'Кнопка «Далі»' (Next button).

Annotations with arrows point to various elements: 'Основні технічні характеристики поточного стану транспортного засобу' points to the top title; 'Перемикач для визначення положення ТЗ' points to the position switch; 'Кнопки для вибору програм визначення' (Buttons for selecting programs for determination) points to the bottom right buttons; 'Перемикач для формування звіту' (Switch for report generation) points to the 'Сформувати звіт' checkbox.

Рисунок 1 – Робоче вікно ІПК

В верхній частині робочого вікна (рис. 1) наводяться основні значення технічних характеристик параметрів поточного стану ТЗ, а саме поточне (середнє) значення частоти обертання колінчатого валу двигуна ТЗ (хв^{-1}), тиск моторної оливи (за наявності необхідного значення), МПа (кольором, а саме червоний – відсутність тиску моторної оливи, зелений – значення тиску відповідає технічним вимогам до двигуна ТЗ), температура охолоджуючої рідини (значення, $^{\circ}\text{C}$), поточна (середня) швидкість ТЗ (значення, км/год).

Для визначення цифрових значень вказаних вище параметрів ТЗ у відповідний час відповідної дати ставиться мітка у відповідному вікні – сформував звіт. Після цього стають доступними вікна з інформацією про початок (дата і час) і кінець (дата і час) формування відповідного звіту. Тоді стає можливим передивитись у відповідних полях робочого вікна зміну відповідних параметрів. При необхідності можна роздрукувати звіт.

Для дослідження і оцінки умов експлуатації в процесах моніторингу параметрів технічного стану ТЗ використовують засоби моніторингу інфраструктури автомобільного транспорту і автомобільних доріг. Для формування звітів про здійснення моніторингу параметрів технічного стану ТЗ переходимо в робоче вікно на рис. 2: «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» => Моніторинг параметрів стану ТЗ => Параметри технічного стану ТЗ.

Перелік знайдених файлів моніторингу ТЗ для заданого часового інтервалу (за допомогою програмного модуля *Torque*)

IdenMonDiaOperCon "HNADU-16"

Моніторинг параметрів стану ТЗ

Параметри технічного стану ТЗ

Початок часового інтервалу дата: 02.02.2017 час: 14:45:31
 Кінець часового інтервалу дата: 02.02.2017 час: 17:23:45

Файл знайдених даних моніторингу: C:\Users\yurig\Downloads\148603952918

Огляд

Всього повідомлень: 19520

Пробіг за період (км): 172.61

Часова зона клієнта: GMT+03

Згенеровано: 04.02.2017 22:35:20

Час у русі: 02:14:01

Пробіг в поїздах (км): 171.66

Середня швидкість (км/год): 77.27

Максимальна швидкість: 123.0

Разом поїздок: 35

Час простою: 00:24:14

Разом стоянок: 35

Час без GPS: 00:07:02

Друк

Перегляд друк

Огляд

Підсумковий звіт

< Назад

Далі >

Перелік знайдених файлів моніторингу ТЗ для заданого часового інтервалу (за допомогою програмного модуля *Torque*,

Кнопки для формування результатів моніторингу

Рисунок 2– Робоче вікно моніторингу ІПК

В процесі формування звітів про здійснення моніторингу технічного стану ТЗ в верхній частині робочого вікна (рис. 2) вибираємо дані для визначення інтервалу моніторингу ТЗ, а саме початок часового інтервалу моніторингу (дата і час) і кінець часового моніторингу (дата і час). При цьому, у програмних модулях відбувався пошук даних для інтервалу часу. У вікні на рис. 2 можливо побачити результати виконання моніторингу параметрів технічного стану ТЗ. В верхній частині робочого вікна (рис. 2) показані відповідні дата і час для задавання інтервалів початку і кінця часового інтервалу моніторингу. При цьому у вікні отримували найменування файлів вихідних даних моніторингу. При натисканні кнопки «Огляд» (рис. 2) отримується повний перелік знайдених файлів моніторингу ТЗ для заданого часового інтервалу (файли і дані вибираються за допомогою програмного модуля Torque). Файли, що отримані за результатами моніторингу, обов'язково повинні бути переконвертовані і підготовлені відповідним чином для подальшого використання. Підготовка здійснюється згідно передбаченого програмою алгоритму.

Процес діагностування (отримання програмних повідомлень) починається з натискання кнопки «Оновити» (рис. 3). Після здійснення читання (пошуку) кодів похибок в системі дистанційного діагностування ТЗ на робочому столі в вікні «Наявність помилок і несправностей» висвічується кількість кодів похибок. Для перегляду журналу несправностей за відповідний інтервал часу можливо зробити це за допомогою кнопки «Завантажити журнал несправностей» (рис. 3).

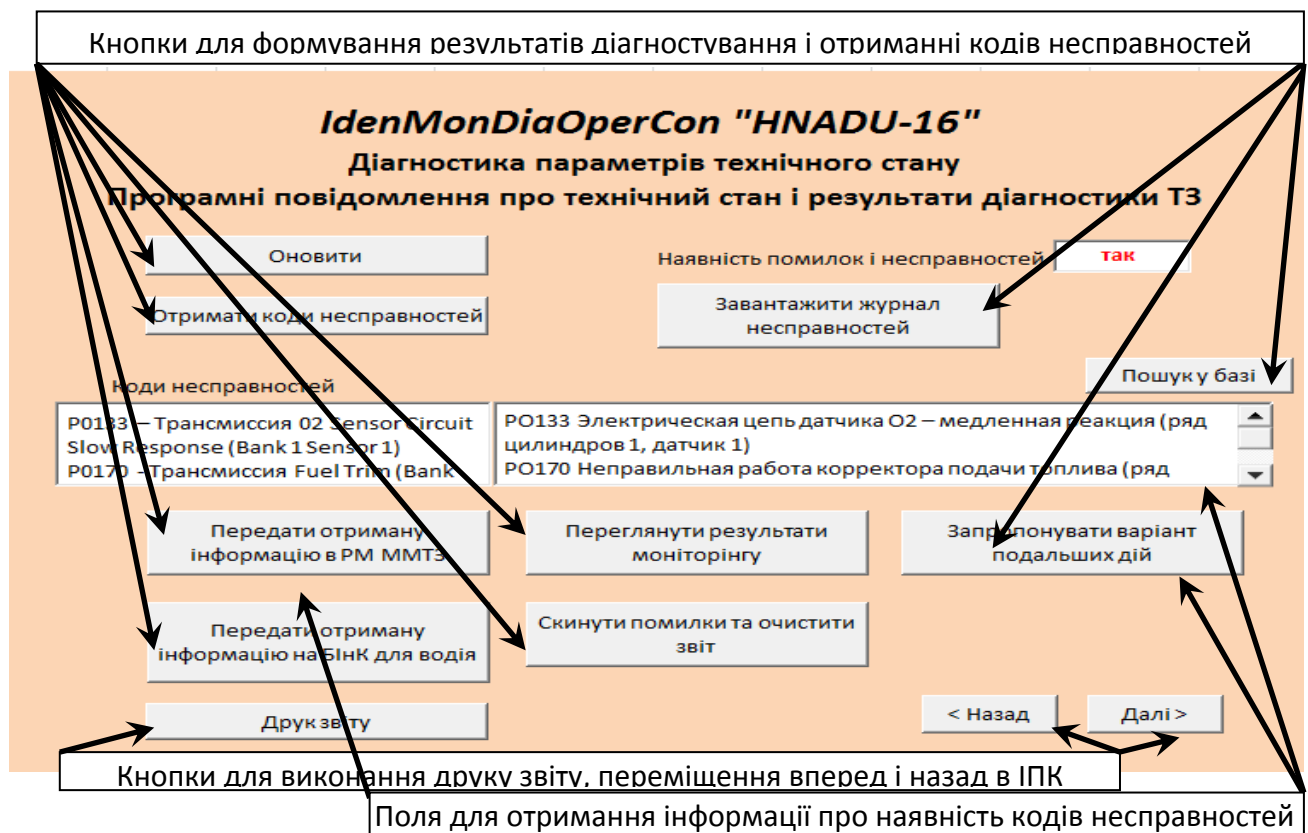


Рисунок 3 – Робоче вікно діагностики ТЗ в ІПК

Густелєв Олександр Олександрович, магістр, Комунальна корпорація
«Київавтодор»

Осипов Валентин Олександрович, к.т.н., Комунальна корпорація
«Київавтодор», Osipov.valentin100@gmail.com

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СВІТЛОПОВЕРТАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ ТА ВУЛИЦЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Сьогодні в Україні в різних галузях господарства широко використовуються високі технології. Одним з таких напрямків є створення високоефективних мікропризмових світлоповертальних елементів. Такі елементи знаходять все більше використання, зокрема, в галузі транспорту, дорожньому господарстві тощо.

Запропоновано розробити оптимальну конструкцію кругового світлоповертача, модернізувати обладнання для виготовлення спеціального ріжучого інструменту та відпрацювати технологію формування з його використанням матриць-оригіналів світлоповертальних елементів, і технологію гальванічного вирощування прецизійних робочих матриць-штампів.

Окрім горизонтальної та вертикальної дорожньої розмітки - традиційних технічних засобів регулювання дорожнього руху, які мають вплив на безпеку руху при несприятливих погодних умовах та вночі, існують так звані «допоміжні інструменти» - вставки розмічальні дорожні (ВРД).

Вставки розмічальні дорожні (ВРД) - вироби, які призначені для поліпшення зорового орієнтування водія на проїзній частині і можуть застосовуватися самостійно або разом із горизонтальною дорожньою розміткою, що буває частіше. Функціонування ВРД регламентується Державним стандартом України ДСТУ 4036-2001 «Вставки розмічальні дорожні. Загальні технічні вимоги».

Проте існуюча номенклатура ВРД на сьогодні не повністю задовольняє потребам оснащення автодоріг засобами підвищення безпеки руху. Невирішеним залишається питання обладнання вказаними засобами кільцевих пересічень автомобільних доріг та вулиць в одному рівні. Завдяки особливим геометричним параметрам такого виду пересічень виникає потреба у використанні ВРД особливої форми - кільцевої, що у свою чергу повинно сприяти видимості всього об'єкту одночасно, та заздалегідь надати інформацію водію про форму перешкоди, що очікує його попереду. Завдяки тому, що зазвичай, дорожнє кільце влаштовується з використанням бордюрного каменю, слід розглянути можливість встановлення відмінного від інших типу ВРД безпосередньо на бордюрі, що у свою чергу вирішить такі питання, як унеможливлення деформації останніх при випадковому наїзді на них великогазового транспорту та деформація ВРД при зимовому очищенні проїзної частини від снігу спеціалізованою технікою.

Для реалізації проекту розроблено та впроваджено технологічні процеси та прецизійне обладнання для виготовлення бордюрних кругових мікропризмових світлоповертальних елементів:

- розроблено та впроваджено технологічні процеси та прецизійне обладнання для виготовлення вискоефективних полімерних мікропризмових світлоповертальних елементів круглої форми;

- розроблено та впроваджено технологічні процеси та обладнання для виготовлення корпусів світлоповертальних структур з конструкційних пластмас;

- розроблено та впроваджено технологічні процеси та обладнання для збирання елементів та герметизації світлоповертальних мікропризмових структур.

При розробці сучасних світлоповертальних елементів основною проблемою виявилось підвищення ефективності світлоповертання. Найбільш досконалими з наявних сьогодні світлоповертаючих матеріалів є структури, в яких світловідбиваюча поверхня складається з системи кутових відбивачів - мікропризм, сформованих тим чи іншим способом на утворюючій поверхні. Світлова ефективність такого світлоповертального елемента з мікропризмами безпосередньо пов'язана з явищем «повного внутрішнього відбиття світла» [1-4]. Процес світлоповертання відбувається за рахунок триразового відбиття пучка світла від трьох взаємно-перпендикулярних граней цих кутових відбивачів.

Розроблений в результаті виконання даної роботи круговий світлоповертальний елемент (рис. 1) являє собою збірну конструкцію, яка складається з корпусу світлоповертального елемента (поз. 1), восьми світлоповертальних мікропризмових елементів (поз. 2), які за допомогою ультразвукового зварювання надійно і герметично з'єднані з корпусом.

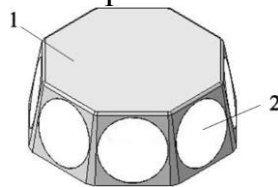


Рисунок 1 - Круговий світлоповертальний елемент: 1- корпус світлоповертального елемента; 2 - світлоповертальний мікропризмовий елемент

Корпус кругового світлоповертального елемента (рис. 2), являє собою зрізану восьмигранну піраміду висотою 26 мм з кутом нахилу граней 10° , основа якої вписана в коло діаметром 81,4 мм.

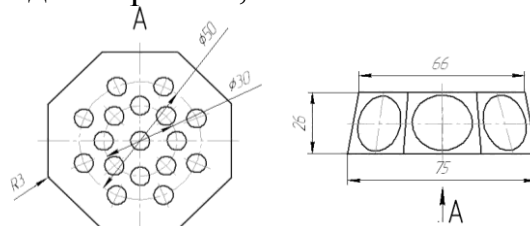


Рисунок 2 - Корпус світлоповертального елемента

В основі піраміди (вид А) закладено ряд глухих отворів для забезпечення надійного закріплення кругового світлоповертального елемента на поверхні бордюру методом склеювання. На кожній із восьми граней виготовлено заглиблення діаметром 24 мм для встановлення світлоповертальних мікропризмових елементів. Для того, щоб між вершинами мікропризм світлоповертального мікропризмового елемента і поверхнею корпусу світлоповертального елемента був повітряний прошарок, заглиблення виконано ступінчастим.

Корпус світлоповертача виготовлено з полікарбонату; вибір саме цього конструкційного матеріалу обумовлений необхідністю забезпечення високої механічної міцності світлоповертача. Корпус виготовлений методом інжекційного лиття під тиском, але може бути використаний любий інший спосіб, наприклад, механічна обробка відповідних заготовок.

Світлоповертальні вставки виготовлені з листового полікарбонату товщиною 2.0 мм. Мікрорельєфна світлоповертальна структура на їх поверхні створена методом термопресування. Вставка розміщується в спеціальному кільцевому заглибленні глибиною 2 мм, який сформовано на кожній з восьми плоских утворюючих поверхонь.

Зворотна сторона елемента має серію спеціальних отворів діаметром 8 мм та глибиною 5-15 мм для розміщення клею для поліпшення зчеплення корпусу елемента з полотном дороги.

Згідно з технічним завданням виготовлено 500 дослідних зразків, які передано комунальній корпорації «Київавтодор» для монтажу і дослідної експлуатації. У жовтні 2017 р було здійснено монтаж дослідних зразків на вулицях м. Києва; нагляд за зразками триває (рис. 3).

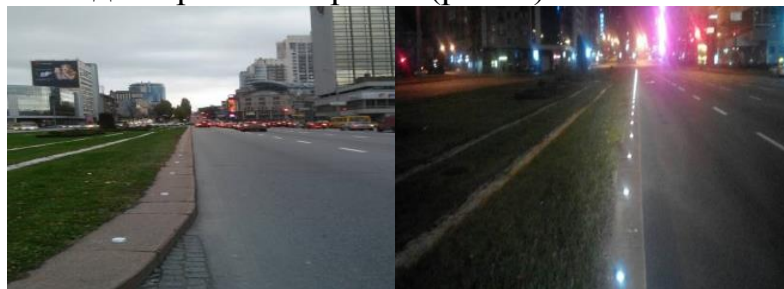


Рисунок 3 - Експериментальне провадження світлоповертальних елементів

Література

1. Борн М. Основы оптики / М.Борн, Э.Вольф. // - М.: Наука, 1973. - 720с.
2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф.Бобров // - М.: Машиностроение, 1979. - 344 с.
3. US Patent 5,171,624, МКИ G02B 5/124. Retroreflective Microprismatic Material and Method of Making Same / H.Walter: заявл. 01.06.1990; опубл. 15.12.1992.
- 4 Антонов Е.Е. Оптические характеристики световозвращающих элементов / Е.Е.Антонов, С.М.Шанойло, А.В.Шиховец, Минг Чжан, Кай Лю // Ресстрація, зберігання і обробка даних. -2008. - Т.10, № 2. - С.13-22.

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, yugutarevich@gmail.com
Шуба Є.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, shuba90@i.ua
Овчинніков Д.В., Національний транспортний університет, dovchinnikov@ukr.net

ВПЛИВ ВЕЛИЧИН ДОБАВКИ СПИРТОВИХ СПОЛУК ДО БЕНЗИНУ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Спиртові сполуки, зокрема біоетанол, є однією з найбільш розповсюджених добавок до бензину, яка дозволяє економити палива нафтового походження і, в певній мірі, розширити паливну базу автомобільного транспорту.

Зараз на автозаправних станціях реалізують бензин з добавкою 36% кисневмісних сполук. Значна добавка спиртових сполук впливає на характеристики сумішевого бензину і відповідно на показники роботи двигуна. Визначення цього впливу і є задачею, яку вирішували в даних дослідженнях

Для порівняння і підготовки використали бензин А-95 з вмістом 10% метил-трет-бутилового ефіру (МТБЕ) за об'ємом та товарний бензин А-95Е40 з вмістом 30,4% етанолу і 5,8% ізобутилового спирту за об'ємом відповідно.

В процесі підготовки до випробувань визначили розрахунковим методом характеристики сумішевого бензину з різним вмістом спиртових сполук, які можуть вплинути на показники роботи двигуна. До таких характеристик в першу чергу відносять густину бензину, теоретично необхідну кількість повітря для згорання 1 кг палива, нижчу теплоту згорання.

Встановлено, що по мірі збільшення вмісту спиртових сполук густина бензину зростає, а теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг палива і нижча теплота згорання відповідно зменшуються.

Експериментальні дослідження проводили в лабораторії випробування двигунів кафедри «Двигуни та теплотехніка» Національного транспортного університету. Об'єктами експериментальних досліджень були бензиновий двигун МеМЗ-245 з карбюраторною системою живлення і сучасний двигун VW BBU з системою впорскування бензину і зворотнім зв'язком. Двигуни встановлені на двохсторонньому гальмівному стенді SAK-670. В якості дослідних зразків використали бензини з п'ятьма різними за об'ємом вмістами спиртових сполук 0,0; 9,0; 18,0; 27,0; 36,0%.

Показники роботи карбюраторного двигуна при різних добавках спиртових сполук до бензину оцінювали за роботи по навантажувальних характеристиках, а показники роботи двигуна з системою впорскування бензину і зворотнім зв'язком оцінювали за факторним експериментом. В якості незалежних змінних для факторного експерименту обрали частоту обертання двигуна, величину добавки спиртових сполук і крутний момент.

По мірі зростання навантаження спостерігалось збіднення паливо-повітряної суміші. Для добавок до 18% робота двигуна в усьому діапазоні навантажень була стабільною. За добавки 36% при навантаженнях більше 70% спостерігалось різке зростання вуглеводнів у відпрацьованих газах, яке можна пояснити надмірним збідненням паливо-повітряної суміші, так як коефіцієнт надміру повітря перевищив 1,25.

Як один з шляхів поліпшення показників роботи карбюраторних двигунів за роботи на бензині зі значною добавкою спиртових сполук можливо розглянути збагачення паливо-повітряної суміші збільшенням пропускної здатності паливних жиклерів.

Разом з тим необхідно зазначити, що при використанні тих же зразків бензину для живлення двигуна з системою впорскування бензину і зворотним зв'язком встановлено, що зворотний зв'язок забезпечує підтримування складу паливо-повітряної суміші близького до стехіометричного для всіх добавок спиртових сполук. В результаті цього двигун VW BBU працює стабільно в усіх навантажувальних режимах.

В доповіді будуть представлені характеристики двигунів, які досліджували, з заміряними витратою палива і концентраціями шкідливих викидів у відпрацьованих газах (CO , NO , C_nH_m) при використанні бензину з різними за вмістом добавками спиртових сполук.

Дитят'єв Александр Васильевич, к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Белов Валентин Иванович, ст. преподаватель, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

О ПЕРСПЕКТИВАХ ДАЛЬНЕЙШЕГО СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЯМИ

В последние годы владельцы автомобилей и специалисты по технической эксплуатации стали свидетелями интенсивного внедрения технологий, способствующих снижению расхода топлива. Справедливости ради, необходимо отметить, что усилия автостроителей с начала 21 века были

главным образом направлены на удовлетворение требований государственных предписаний по токсичности, а это, наряду со снижением эмиссии токсичных и нетоксичных компонентов отработавших газов, способствовало снижению расхода топлива. Справедливо и обратное утверждение: снижение расхода топлива сопровождается уменьшением количества отработавших газов.

В таблице представлена эффективность различных мероприятий, позволяющих снизить расход топлива.

	Применяемые технологии	Возможное снижение расхода топлива, %
1	Электронное регулирование системы охлаждения*	1,5...3
2	Регулируемые фазы газораспределения*	2,5...4,0
3	Рециркуляция отработавших газов*	2,5...4,0
4	Переменная степень сжатия	2,0...4,5
5	Отключение цилиндров*	3,0...7,0
6	Работа двигателя на бедных (гомогенных) смесях	4,0...8,0
7	Регулируемый (механический) привод клапанов*	7,5...9,0
8	Привод клапанов с электронным управлением	8,0...12,5
9	Непосредственный впрыск бензина**	12,0...20,0
10	Турбонаддув*	8,00...10,0
11	Увеличение количества клапанов на цилиндр*	6,0...8,0
12	Бензодизель (HCCI)	20,0...22,0

Примечание: Мероприятия, отмеченные звёздочкой *, уже нашли применение в практике двигателестроения. **- внедрено частично.

Как следует из таблицы, к настоящему времени более доступные мероприятия уже реализованы и дополнительных возможностей осталось не много. Кроме того, низкая эффективность оставшихся потенциальных мероприятий не способствует скорейшему их внедрению. К примеру, переменная степень сжатия. Эффект от внедрения заключается в том, чтобы обеспечить наивысшую возможную без детонации скорость сгорания смеси. Достижимая экономия топлива не превышает 4,5%. Техническая реализация технологии затруднена из-за необходимости иметь мощные механические или электромеханические приводы. К настоящему времени имеются примеры применения этой технологии в двигателях СААВ Variable Compression, MCE-5 Development и проч. В двигателе MCE-5 удалось достигнуть изменения степени сжатия пределах 7...20. Несмотря на довольно скромный потенциал снижения

расхода топлива, вывод на рынок технологии вполне возможен, о чём свидетельствует наличие функциональных опытных образцов.

Что касается сжигания в двигателе бедных гомогенных смесей, то работы в этом направлении приостановлены поскольку, по существу, они являются частью системы подачи топлива с непосредственным впрыском со всеми её недостатками. Речь идёт о высоких требованиях содержания серы в бензине, которая препятствует очистке отработавших газов от оксидов азота в нейтрализаторах накопительного типа. В Украине, например, технология непосредственного впрыска бензина не используется в полной мере именно из-за наличия серы в топливе. Однако документом «Технічний регламент...№927 от 1 серпня 2013р.» с 1.01 2018р. разрешено использовать бензин только Евро 5, поэтому ситуация должна измениться.

Электромагнитный привод клапанов с электронным управлением ввиду существенного внедрения в конструкцию двигателя разрабатывается вяло. Компания БМВ ещё в 2002 начала испытания 16-клапанного двигателя, с перерывами возобновляет работы АвтоВАЗ, но реальные результаты в виде опытных образцов пока отсутствуют.

Технология HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition) – бензодизель, или Дизотто предусматривает использование преимуществ дизельного и бензинового двигателя путём организации воспламенения от сжатия гомогенной бензовоздушной смеси и получение на этой основе КПД, близкого к КПД дизеля. В качестве топлива предполагается использовать обычные высокооктановые бензины. Двигатель HCCI включает в себя технологии переменной степени сжатия, двойного наддува, контроля давления в цилиндре, непосредственного впрыска, рециркуляции отработавших газов, управления фазами газораспределения. Имеющиеся опытные образцы свидетельствуют о высокой степени сложности системы управления двигателем, пока недостижимой для реальных условий.

Жуков Євген Володимирович, магістр Ам-17, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 0955746080

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТО ТА Р АВТОМОБІЛІВ ПРОФІЛЕМ ПОСАДИ ВИРОБНИЧОГО РОБІТНИКА ПАТ

Розрізняють такі види компетенцій:

- соціально-особистісні;
- економічні та організаційно-управлінські;
- загальнонаукові;

- спеціальні.

Соціально-особистісні, економічні та організаційно-управлінські, загальнонаукові компетенції служать фундаментом, що забезпечує індивіду мобільність на ринку професійної праці і підготовленість до продовження освіти в сфері додаткової і після вузівської освіти.

Спеціальні компетенції (професійно-орієнтовані знання і навички) відображають об'єктивну і предметну орієнтацію підготовки і служать необхідною базою для роботи з конкретними об'єктами і предметами праці.

Поняття «компетентність» тісно пов'язане з поняттям «кваліфікація». У той же час між ними є певна відмінність.

Поняття «кваліфікація» характеризує підтверджену здатність застосовувати знання, вміння і навички. Подібне підтвердження передбачає наявність відповідних дипломів, атестатів та інших документів, які видаються фахівцю відповідними державними органами. Вони підтверджують успішне виконання відповідних навчальних планів або завершення відповідних програм навчання, перепідготовки або підвищення кваліфікації.

Об'єктивним вимірником кваліфікації є тривалість підготовки працівника певного рівня кваліфікації. Поняття ж «компетентність» характеризує реальну здатність індивіда застосовувати свої знання, вміння та навички на практиці.

Для прикладу розглянемо, як можна було б почати розробляти профіль посади майстра-приймальника, в чій обов'язки входить прийом вхідних дзвінків, приймання клієнтів та консультації, щодо подальшого виду ремонту.

У графі основні функції опираємося на посадові інструкції приймальника, в якій прописані його обов'язки, а також на реальній специфіці його діяльності.

Зона відповідальності у другій графі визначається, виходячи з чіткого розуміння, які дії необхідно зробити приймальнику для здійснення даної функції.

Якщо стандарти роботи нечіткі, слід зайнятися їх описом, така робота в підсумку покликана ліквідувати «хаос» суб'єктивних вимог до механіків з боку майстрів – приймальників. Фактично, стандарти – це «правила гри», які персонал не повинен сам для себе придумувати, співробітник спочатку їх вивчає потім дотримується на протязі всього часу роботи, наповнюючи їх певним особистісним змістом. Розроблені стандарти – це хороший інструмент в руках працівника відділу кадрів, що дозволяє домогтися єдиного стилю роботи працівників, та забезпечує швидку адаптацію нового співробітника.

У третій графі прописуємо ті компетенції і особистісні особливості, які допоможуть співробітнику ефективно впоратися з виконанням даної функції.

Так поступово разом з поетапно описаним профілем посади перед нами «постає образ» найбільш ефективного працівника, якого ми хотіли б бачити на цій позиції. Так чином, профіль посади – один з базових документів, що лежить в основі подальшої продуктивної роботи «працівника відділу кадрів». Як приклад наведемо профіль посади майстра – приймальника підприємства (табл. 1).

Таблиця 1 Профіль посади майстра – приймальника підприємства

Основні функції	Зони відповідальності	Компетенції та особливості посади
Телефонна комунікація	1.Підняття трубки не пізніше 3-го гудка. 2.Привітна розмова з клієнтом за рекомендованим алгоритмом. 3.Запис на прийом до майстрів. 4.Інформування про послуги та необхідні запчастини в установленому обсязі. 5.Обзвін клієнтів, та пропонування їм проходження ТО автомобіля	Доброзичливість. Відповідальність. Грамотна мова. Повне знання переліку послуг та цін. Навички підстроювання до клієнта. Уважність.
Приймання клієнтів	1.Привітна розмова з клієнтом за рекомендованим алгоритмом. 2.Прийом авто. 3.Швидка діагностика з визначенням необхідності поглибленої діагностики. 4.Визначення наявності: - необхідних запасних частин - обладнання - майстра 3.Проведення у зону відпочинку клієнта. 4.Інформування про попередній час проведення робіт.	Самоорганізація. Розподілення уваги. Вміння швидко діагностувати автомобіль. Вміння роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням. Вміння правильно розподіляти час.
Консультації, щодо подальшого виду ремонту	1.Визначення терміну ремонту . 2.Інформування клієнта про час та вартість всіх необхідних послуг. 3.Видача документів клієнту про передачу автомобіля до майстра. 4.Приймання оплати, видача касового чеку та наряд-замовлення клієнту. 5.Запропонування додаткових робіт.	Вміння розрахувати час виконання робіт. Вміння роботи за комп'ютером та касовим апаратом. Психічна гнучкість. Навички підстроювання до клієнта.

Далі слід розробити градацію критеріїв для оцінки співробітника або кандидата на посаду за компетенціями та особистісними особливостями. Це особлива творча робота, яка в кінцевому підсумку призведе до отримання інструменту (шкали) об'єктивної оцінки, розробленої з урахуванням специфіки і особливостей вимог підприємства на даному етапі розвитку.

Захарчук Віктор Іванович, д.т.н., професор, Луцький національний технічний університет
Сімьонов Андрій Валерійович, магістрант

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РУХУ АВТОМОБІЛЯ НА ЙОГО ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

З року в рік конструкції автомобілів та ДВЗ удосконалюються, проте практичний досвід та наукові дослідження свідчать про те, що окрім досконалості їх конструкції суттєву роль у економії палива та зменшенні шкідливих викидів відіграють методи керування автомобілем з боку водія.

Відомо, що пересування автомобіля містом супроводжується частою зміною навантажувальних та швидкісних режимів. Серед широкої гами експлуатаційних режимів переважаючим за довготривалістю є режими розгону.

Окрім того, саме ці часто повторювані розгони супроводжуються перевитратою палива та збільшенням концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Це особливо помітно, коли водій використовує спортивний, тобто агресивний, стиль їзди. Були навіть розроблені спеціальні пристрої для оптимального керування автомобілем [1].

Правильний вибір параметрів управління автомобілем в режимах розгону може суттєво покращити його показники. Основними параметрами, що визначають паливну економічність та екологічні показники автомобіля в процесах розгону є кут відкриття дросельної заслінки $\varphi_{др}$ на кожній передачі та частота обертання двигуна n_d в моменти переходу на вищу передачу. Але для цього водій має володіти знаннями та навичками щодо застосування прийнятних методів керування з дотриманням оптимальних значень параметрів керування. В цьому їм можуть допомогти рекомендації щодо значень параметрів управління певним типом автомобіля та наявність на борту автомобіля приладу, який здійснюватиме контроль та інформування водія про дотримання в прийнятних межах величини відкриття дросельної заслінки та частоти обертання колінчастого валу двигуна в момент перемикання передач.

Робота присвячена дослідженню впливу стилю водіння на паливну економічність та шкідливі викиди автомобілів з бензиновими двигунами в умовах експлуатації, а також їх покращенню шляхом оптимізації параметрів управління, якими є кут відкриття дросельної заслінки $\varphi_{др}$ і частота обертання колінчастого валу n_d в момент перемикання передач. Дослідження виконане розрахунковим методом. Використана математична модель руху автомобіля за їздовим циклом, яка розроблена в Національному транспортному університеті професором Гутаревичем Ю.Ф. На основі уточненої математичної моделі розроблена методика визначення цих параметрів для легкового автомобіля Daewoo-Sens з бензиновим двигуном MeM3-307 в експлуатаційних умовах.

Паливо-економічні та екологічні показники двигуна при роботі на різних режимах оцінювались за експериментальними навантажувальними та швидкісними характеристиками. Показники двигуна при роботі на різних режимах описані поліноміальними залежностями.

Перевірка адекватності математичної моделі виконана шляхом порівняння розрахункових даних з експериментальними даними, отриманими на симуляторі руху автомобіля F12HF-3/A88, який, в основному, використовується для навчання водіїв (рис.). Розбіжність між розрахунковими та експериментальними даними становить до 8%. Це свідчить про те, що математична модель адекватно описує досліджувані процеси.

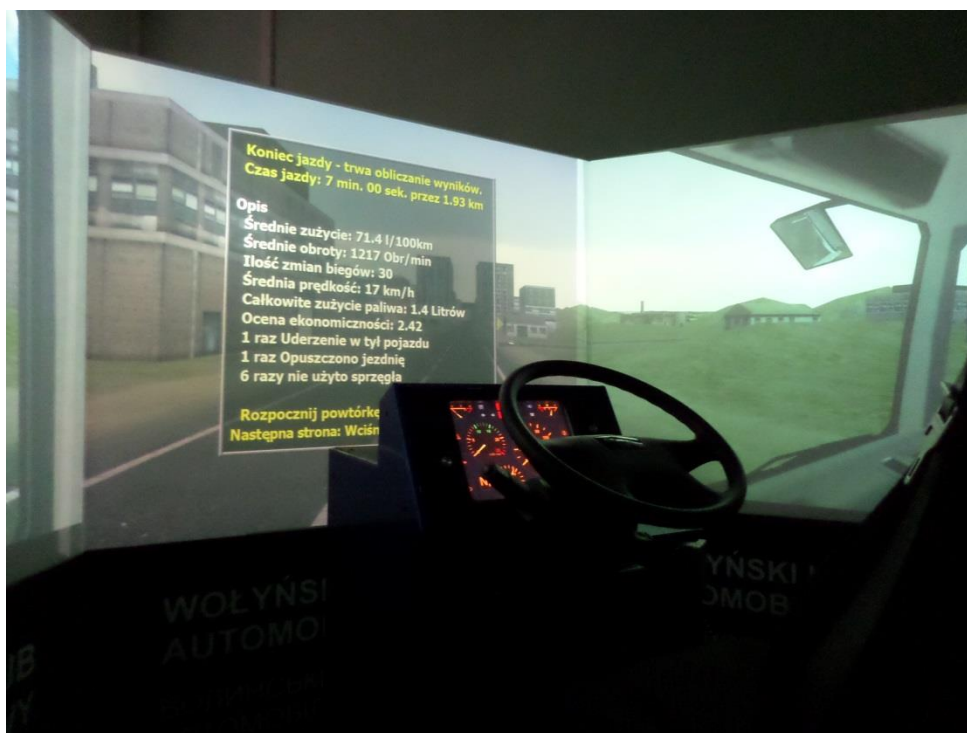


Рис. Симулятор руху автомобіля

В результаті проведених досліджень та розрахунків отримано, що виходячи з витрати палива та сумарних, приведених до CO, шкідливих викидів, найбільш раціональними параметрами в процесах розгону є відкриття дросельної заслінки, що не перевищує $\Phi_{др}=45\%$, а частота обертання колінчастого валу в моменти перемикавання передач не перевищує $\Pi_d=2700 \text{ хв}^{-1}$.

Література

1. Швабюк В.В. Розробка схеми та конструкції пристрою для оптимального управління автомобілем Lanos з бензиновим двигуном MeM3 / В. В. Швабюк // Наукові нотатки. - 2010. - Вип. 28. - С. 558-559.

Захарчук Олег Вікторович, к.т.н., доцент, Луцький НТУ,
Zaharchukov205@gmail.com

Пальчик Максим Олегович, магістрант, Луцький НТУ

Мотронюк Назар Богданович, магістрант, Луцький НТУ

Михалик Олександр Вікторович, магістрант, Луцький НТУ

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ В ЗАСОБАХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАНСПОРТУ

На сьогоднішній день у нашій державі є великий парк колісних транспортних засобів та мобільної сільськогосподарської техніки з дизелями, які працюють на дизельному паливі нафтового походження. Але вартість дизельного палива весь час зростає і погіршується екологічна ситуація в країні.

Одним з основних шляхів виходу з цієї ситуації є адаптація дизелів до роботи на альтернативних паливах.

Можливі схеми використання різних видів альтернативних палив в дизелях показані на рис. 1.

Найбільш реальними замінниками нафтового дизельного палива (ДП) в даний час є диметилефір (ДМЕ), біодизельне паливо (БДП), зокрема метиловий ефір ріпакової олії (МЕРО) та горючі гази (стиснутий природний газ (СПГ) та зріджений нафтовий газ (ЗНГ)). Основні фізико-хімічні властивості цих палив наведені в табл. 1.

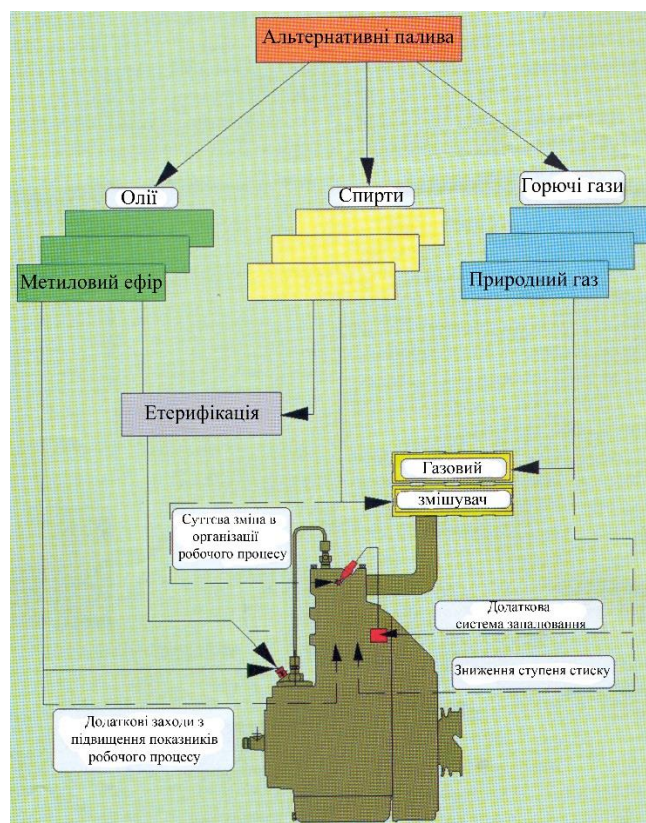


Рисунок 1 – Використання різних видів альтернативних палив у дизелях

ДМЕ є перспективним альтернативним паливом для дизелів. Сировиною для його отримання є природний газ. Позитивними якостями є високе цетанове число та повнота згоряння, що забезпечує малий вміст сажі у відпрацьованих газах. Недоліками ДМЕ є в 1,5 рази менша теплота згоряння, що призводить, як показали розрахунки, до збільшення його питомої ефективної витрати під час роботи двигуна приблизно до 50 %, низька кінематична в'язкість, а також низькі мастильні властивості. Оскільки ДМЕ виробляється з природного газу, то, очевидно, що його вартість є вищою за вартість газу [1].

Таблиця 1 – Фізико-хімічні властивості ДП та альтернативних палив

Фізико-хімічні властивості палив	ДП	ЗНГ	ПГ	ДМЕ	БДП (МЕРО)
Масові частки елементів:					
Вуглець С	87,0	81,8	76,0	52,2	77,5
Водень Н	12,6	18,2	24,0	13,0	12,0
Кисень О	0,4	0	0	34,8	10,5
Сірка S	0,2	–	–	–	0,002
В'язкість кінематична при 20 °С, мм ² /с	3,8	–	–	0,22	7,5...8
Цетанове число	45	–	–	55-60	48...56
Температура самозаймання при p = 1бар, °С	250	435,5	650	235	130
Температура застигання, °С	–35	–	–	–	–21
Теплота згоряння нижча H_u , МДж/кг	42,4	45,7	50	27,3	37,5
Густина при 20 °С, кг/м ³	810...890	2,5	0,66	660	880

Останнім часом все більш широке застосування знаходить БДП, яке являє собою метилові або етилові ефіри рослинних олій, найбільш поширеною з яких є ріпакова олія. Застосування БДП не вимагає змін в конструкції двигуна. За розрахунками, які підтверджені експериментами збільшення витрати БДП складає до 10 %, в порівнянні з нафтовим ДП внаслідок меншої теплоти згоряння, в той же час зменшуються викиди з відпрацьованими газами деяких шкідливих речовин [2, 3].

Україна має дуже перспективну сировинну базу для виробництва БДП. Валовий збір ріпаку в Україні в 2017 році досяг 2,3 млн. т, що більше в 2 раз перевищує врожай 2007 року – 1,1 тис. тонн, але практично всю сировину було експортовано до країн ЄС в зв'язку з тим, що виробництво і використання біодизельного палива в Україні без запровадження відповідних фінансово-економічних механізмів стимулювання виробників і споживачів є збитковим (вартість БДП приблизна на 10-15 % вища за вартість ДП) [4].

В даний час перше місце в світі по використанню альтернативних палив на транспорті посідає ЗНГ. За висновками 2016 року Україна займає 4-те місце по кількості газобалонних автомобілів (2,25 млн. автомобілів та інших транспортних засобів або 9 % світового газобалонного автопарку). Всього в світі нараховується 26,8 млн транспортних засобів які живляться ЗНГ або 9 % світового автопарку [5].

ЗНГ набув досить широкого застосування через більш прийнятні умови зберігання і заправлення. За нормальних температур (в діапазоні – 20...20 °С) і відносно невисоких тисків (10...20 кг/см²) він знаходиться в рідкому стані. Це

дозволяє зберігати ЗНГ на борту транспортного засобу у відносно легких і компактних ємностях та у кількості, яка забезпечує такий пробіг як і на бензині. При цьому ЗНГ має гарні експлуатаційні показники. Цей газ отримують під час видобування та переробки нафти в значно менших масштабах у порівнянні з видобутком ПГ. Тому можна очікувати, що ЗНГ і в подальшому будуть використовувати як моторне паливо [1].

Широке застосування ПГ як моторного палива, пов'язане з рядом переваг в порівнянні з іншими паливами. Високе октанове число (100 – 105) дозволяє використовувати його у двигунах із ступенем стискання 12–13 і тому забезпечується вища потужність в порівнянні з двигунами, переобладнаними з бензинових. Вміст токсичних речовин у відпрацьованих газах в 1,5 – 2 рази нижчий у порівнянні з відпрацьованими газами бензинових двигунів [2].

Збільшення обсягів використання ПГ може зменшити навантаження на ринок нафтопродуктів України у 2018 році – на 8,8 %, у 2030 році – на 14,4 %. При цьому, прогнозуються невеликі витрати на модифікацію та переоснащення технічних засобів, швидка окупність відповідних проектів [6].

Тому, одним з найбільш перспективних палив на транспорті є ПГ. Хороші фізико-хімічні властивості ПГ, його значні запаси, розвинута мережа доставки у різні регіони країни магістральними газопроводами та екологічні переваги у порівнянні з традиційними видами палив дозволяють розглядати ПГ як найбільш перспективне та універсальне моторне паливо для України.

Література

1. Луканин В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов: учебник для вузов / В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др. – М.: Высшая школа, 2005. – 479 с.
2. Захарчук В.І. Застосування альтернативних палив в автотракторних дизелях / В.І. Захарчук // Энергозбережение. – 2010. – №2. – С. 27–28.
3. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.
4. Урожай олійних-2017 в цифрах та фактах [електронний ресурс]: <https://agronews.ua/node/83805>
5. Украина заняла четвертое место в мире по количеству автомобилей с ГБО. Авто Центр. [електронний ресурс]: <https://www.autocentre.ua/opyt/gbo/ukraina-zanyala-chetvertoe-mesto-v-mire-po-kolichestvu-avtomobilej-s-gbo-383256.html>.
6. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [електронний ресурс]: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN38530.html.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА И ONLINE ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ОТКАЗОВ СИСТЕМЫ COMMON RAIL

Современные транспортные средства (ТС) с дизельным двигателем оптимизации процесса диагностирования. Решение проблемы повышения эффективности диагностирования топливной аппаратуры возможно только путем объединения дистанционного мониторинга параметров транспортного средства с последующим специальным экспресс – диагностированием. Мониторинг транспортного средства проводится в движении, в эксплуатации. Специальное экспресс-диагностирование выполняется в условиях предприятия автомобильного транспорта. Комплексный процесс поиска неисправности в топливной аппаратуре Common Rail современного дизеля возможно представить как схему из двух последовательных этапов. На первом этапе производится дистанционное считывание с транспортного средства диагностической информации [1]. То есть текущих параметров рабочего состояния транспортного средства и неполадок (кодов (DTCs)) [2] в системе управления и топливоподачи. При этом считывание технической информации осуществляется с помощью мониторинговой системы, дополнительно установленной на транспортном средстве. Затем техническая информация объединяется с навигационными данными и передаётся через сотовую сеть или спутниковую телефонию на сервер информационного программного комплекса (ИПК) [1, 3]. Объём диагностической информации на этом этапе ограничен количеством технических параметров в CAN шине системы самодиагностики OBD2 и возможностей самой системы мониторинга. Это означает, что глубина диагностирования и достоверность устанавливаемого диагноза определяется ограниченными возможностями бортовой системой самодиагностики. Помимо информации, получаемой из OBD на сервер обработки данных, также передается информация о местоположении транспортного средства - координаты транспортного средства, скорость его движения. Которые получены от системы спутниковой навигации GPS, Глонасс, BeiDou [3,5].

Дистанционное диагностирование с использованием стандарта OBD2 является предварительным. Такой тип диагностирования позволяет распознавать (расшифровать) коды (DTCs) неисправностей. Он позволяет лишь определить систему или узел, в которых возникла неисправность. Для систем CR, одними из основных ошибок, по протоколу OBD2, являются ошибки DTCs: по давлению топлива в гидроаккумуляторе. Система мониторинга отображает давление топлива сильно усреднённым значением за интервал времени работы. В этом случае неисправность может возникать: как по причине проблем с топливным насосом высокого давления; утечкам по форсункам;

неисправностью регулятора давления; неисправностью датчика давления; Поломки сразу нескольких компонентов. Дистанционный мониторинг транспортного средства не позволяет оценить реальные колебания давления. Колебания происходят с высокой частотой в топливной аппаратуре дизеля CR. Мониторинговая система их сглаживает, искажая результаты измерений. Если возникли ошибки DTCs, и произошло отклонение среднего значения давления от нормативного то оператор мониторинговой системы, отправляет транспортное средство на более углубленную диагностику.

При обнаружении неисправности в условиях эксплуатации ТС, необходимо от дистанционного диагностирования с использованием ИПК перейти к фактической экспресс-диагностике. Также может потребоваться полная диагностика системы CR ТС. Дистанционный мониторинг выполняется в условиях виртуального предприятия эксплуатации автомобильного транспорта. Экспресс-диагностика выполняется в условиях реального физического предприятия автомобильного транспорта [4,5].

Экспресс-диагностика позволяет экономить время на более точную локализацию неисправности. При этом локализация выполняется уже по конкретному узлу из элементов топливной аппаратуры. Также комплексно оценивается техническое состояние неисправного узла, и техническое состояние других узлов линии высокого давления системы CR.

Чтобы эффективно проводить экспресс-диагностирование необходимо применение математического моделирования процесса топливоподачи в CR. Предварительное моделирование позволяет получить эталонную форму колебания давления в топливной рампе. Можно моделировать колебания давления для исправного узла. Можно моделировать отклонения в параметрах колебаний давления при разных неисправностях в узлах топливной аппаратуры.

Экономическая эффективность предложенного метода заключается в экономии времени от применения экспресс-диагностирования по сравнению с традиционным подходом. Традиционный подход базируется на полной диагностике системы CR при наличии вышеупомянутых кодов [5] на физическом предприятии автомобильного транспорта. При нём специалист должен перепроверять все компоненты топливной аппаратуры системы CR, начиная от ТНВД и заканчивая форсунками. Для этого требуется потеря времени на установку на стенд. При этом должна производиться проверка системы CR в целом и отдельно каждого компонента ее, в соответствии с тестпланом. Тестплан разработан для соответствующего стенда производителем топливной аппаратуры [4]. Такой подход, требует значительных затрат времени на демонтаж исправных узлов, их установку на стенд и монтаж обратно на ТС. Как правило только один проверяемый компонент реально окажется неисправным. Экспресс диагностирование оценивает колебания давления топлива (их форму, частоту и амплитуду). Анализируются искажения, вносимые в них, за счёт срабатывания разных компонентов системы CR. При этом возможно точно сказать, какой из

компонентов подлежит демонтажу. В этом случае, время работы с транспортным средством существенно сокращается. Потому, что демонтируется только неисправный компонент и только он подвергается дальнейшей проверке на стенде или ремонту. Экономия времени на комплексное полное диагностирование может составлять от 30% до 270%.

Применение описанной выше методики показано на примере определения неисправности топливной аппаратуры в системе CR дизеля 1VD-FTV (8ЧН 8,6/9,6) транспортного средства Toyota Land Cruiser LC 200. Для эксперимента Toyota LC200 оснащена разработанной мониторинговой системой.

Исследование, в рамках решения данной проблемы, проведено на кафедре Харьковского автомобильно-дорожного университета (ХНАДУ). Разработан алгоритм взаимодействия элементов бортовой мониторинговой информационной системы; разработаны компьютерно-интегрированные технологии управления эксплуатацией транспорта; система мониторинга состояния ТС; методика исследования его диагностических параметров; методика прогнозирования технического состояния в процессе эксплуатации; разработан диагностический комплекс на базе персонального компьютера (ПК), специализированного программного обеспечения (ПО). ПО позволяет использовать высокочастотный осциллограф для измерения колебаний давления топлива в гидроаккумуляторе систем CR ТС.

Література

1. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией Волкова В.П. / Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., Комов П.Б., Грицук И.В., Волков Ю.В., Комов Е.А. // Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013.– 398с.
2. Хендерсон Б. OBD-II и электронные системы управления двигателем. Руководство / Б.Хендерсон, Дж. Хейнес // СПб.: Алфамер Паблишинг, 2011 – 248с.
3. Волков В.П. Інтелектуальні системи моніторингу транспорту. / Під редакцією Волкова В.П. / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, І.В. Грицук, М. Смешек, Т.В. Волкова, М.П. Цюман // Харків: Вид-во ХНАДУ, 2015. – 246 с.
4. Ахмедов Т.Н. Основы системы контроля состояния транспортного средства в процессе выполнения перевозок / Т.Н. Ахмедов, С.В. Жанказиев, А.Е. Финкель / Научные аспекты развития транспортно-телематических систем - М.: МАДИ, 2010 - с. 138 – 164.
5. Ахмедов Т.Н. Принципы определения статусов неисправностей в телематической системе контроля технического состояния автомобиля в реальном времени / Т.Н. Ахмедов / Научные аспекты развития транспортно-телематических систем - М.: МАДИ, 2010 - с. 165 – 180.

ПЕРЕВІРКА ТЯГОВО-ШВИДКІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОЛІСНИХ МАШИН У ДОРОЖНІХ УМОВАХ

Автомобілі повинні постійно мати вищий рівень технічної готовності, зокрема за тягово-швидкісними властивостями. Для цього потрібне регулярне діагностування. Найкращий метод перевірки цих властивостей – стендовий. Але тягові стенди практично зникли з індустрії автосервісу.

У ХНАДУ розроблені методи перевірки автомобілів на дорозі за часом розгону та вибігу. Розгін свідчить про технічний стан двигуна, вибіг – ходової частини та трансмісії. Методи прості, доступні пересічному водієві, не потребують унікального обладнання – швидкість вимірюють за спідометром, який попередньо проградуєвано (за навігатором чи приймачем супутникових сигналів або за бар'єрною огорожею дороги). Час вимірюють секундоміром у мобільному телефоні.

Недолік цих методів – потрібна горизонтальна пряма ділянка дороги великої довжини, скажімо, для розгону до 100 км/год з подальшим вибігом щонайменше 2–3 км. Навіть звичний вибіг з 50 км/год може скласти 800–1100 м. Такі дороги можна знайти не всюди.

Щоб вирішити цю проблему, запропоновано проводити перевірки на горизонтальних ділянках дороги довжиною менше 500 м на понижувальних передачах, а вибіги з 50 або навіть 40 км/год до 20 км/год. Численні експерименти підтвердили придатність такого методу і його доступність для рядового водія. Навіть ускладнений варіант з відеозаписом показань спідометра водієм під час руху не викликає надмірних ускладнень, але різко розширює можливості випробувань, бо забезпечує дальший перегляд запису у режимі стоп-кадрів. А це виключає помилки ручної засічки, що важливе при вимірюванні часу розгону на другій-третьій передачах (це одиниці секунд). Із вибігом таких ускладнень нема, бо навіть від 40 до 20 км/год автомобілі рухаються накатом 35–40 с, і тут запізнення у 0,2–0,4 с через реакцію людини не викликає надмірної помилки.

Цей запропонований метод має свої особливості. Так, автомобілі з автоматичною трансмісією не вдається розганяти на фіксованих нижніх передачах навіть з системою Tiptronic – трансмісія вже через 3–4 с сама перемикається на вищу передачу. Трохи менша ймовірність такої події у режимі S (Sport).

Не слід розганяти автомобіль на першій передачі – занадто короткий час розгону, до того ж на нього дуже впливає відхилення початкової швидкості, яка має бути приміром 5 км/год, а це не покаже жоден спідометр. Якщо ж рушати з місця, на час буде впливати різне проковзування шин по дорозі, технічний стан зчеплення, відхилення у темпі натискання на педаль акселератора тощо.

Час розгону дуже залежить від маси автомобіля. Відхилення маси на 60–70 кг змінює час розгону легкового автомобіля на III передачі на 1–2 с, а це може означати помилку діагностування – передчасне бракування або ж пропуск несправності. А таке відхилення – це відмінність між легким та важким водіями плюс різниця у кількості палива в баку, новими та зношеними шинами, вагою речей й оснащення водія тощо.

Для вибігу вирішувальним фактором є опір коченню. Норматив часу вибігу треба розраховувати за типом та швидкісною категорією шин.

Головне у підготовці випробувань – це правильний розрахунок нормативів. У збройних формуваннях рухомий склад може відрізнятися від цивільних автомобілів тієї ж базової моделі, зокрема, за масою, тому ці розрахунки потребують особливої уваги. Рекомендується також знайти зручну ділянку дороги поблизу місця дислокації рухомого складу і перевірити всі машини у справному стані, а потім регулярно повторювати перевірки, при чому реєструвати у документації всі зміни у конструкції (новий двигун, коробка передач, шини, спецобладнання тощо) і відповідно корегувати нормативи.

Для експериментів вибирали дні без опадів, з сухою і чистою дорогою, зі швидкістю вітру менш 3 м / с. Завантаження автомобілів була від 2 до 5 осіб. Масу автомобілів визначали при перевірці на гальмівному роликовому стенді BEISSBARTH bd 600 за показаннями вагового пристрою стенда.

Експерименти на різних легкових автомобілях в цілому підтвердили здійсненність і раціональність запропонованого методу. Виявлено особливості роботи автомобілів в випробувальних режимах.

Автомобіль HONDA CIVIC с автоматичною трансмісією не вдалося відчувати на фіксованих передачах, не дивлячись на наявність системи tiptronic - АКП мимовільно переключалася в режим d, причому на різних оборотах. У режимі s обороти в момент перемикавання варіювали менше.

Випробування передньопривідних автомобілів на i-ій передачі не вдавалися - провідні передні колеса розвантажували прикладений до них момент, сили зчеплення зменшувалися, колеса починали буксувати. ВАЗ 2105 не буксував, так як прикладений момент довантажує задні провідні колеса. Ручна зарубка часу давала похибка 0,2–0,4 с в порівнянні з відеозаписом.

Шлях розгону на трьох нижчих передачах з запасом укладався в 500 м. Шлях вибігання з 50 км/год до зупинки доходив до 760 м. Відзначено підвищена варіація вповільнень при швидкостях нижче 20, особливо нижче 10 км/ч. Надійніше вимірювати параметри вибігу з 50 або 40 до 20 км/ч.

За даними розгону і вибігу відновлені криві ефективного крутного моменту ряду двигунів. Вони дозволили підібрати емпіричні поправки, що враховують зміна конфігурації кривої моменту в залежності від передавального числа включеної передачі.

Описаний метод загального діагностування може бути використаний водіями легкових автомобілів для самостійної перевірки технічного стану без закупівлі дорогого устаткування. Особливо зручний метод для рухомого

складу, що працює у відриві від баз обслуговування, а також для спецмашин, у яких погіршення тягово-швидкісних властивостей може призвести до втрат людських життів (автомобілі швидкої допомоги, пожежні, рятувальні, а також рухомий склад збройних сил і силових структур).

Кіндрацький Богдан Ілліч, д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка», bkindr@polynet.lviv.ua
Кіндрацька Галина Іванівна, к.е.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка», halyna.i.kindratska@lpnu.ua

ПРОБЛЕМАТИКА ЯКОСТІ В ОЦІНЮВАННІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

Один з основних напрямів господарської діяльності транспортних підприємств – удосконалення системи управління якістю надання послуг відповідно до вимог законодавчо-нормативних документів і міжнародних стандартів якості. Вони є також важливим елементом суспільних відносин і економіки України.

Варто зазначити, що, незважаючи на широке використання терміну транспортні послуги, у вітчизняному законодавстві визначено лише поняття послуг, які надають певні види транспорту. Зокрема, в Законі України «Про автомобільний транспорт» наведено визначення послуги, як перевезення пасажирів чи вантажів транспортними засобами на договірних умовах із замовником послуги за плату. Водночас законодавство України не містить узагальненого поняття транспортної послуги чи договору про надання транспортних послуг. Відповідно дифініція «транспортні послуги» та особливості їх надання є об'єктом дослідження багатьох вітчизняних науковців, які здебільшого трактують цю послугу як певну діяльність, яка забезпечує перевезення та/або здійснення інших допоміжних дій для переміщення пасажирів, багажів, вантажів.

Надання транспортної послуги істотно відрізняються від реалізації вироблених продуктів чи виконання робіт. Транспортна послуга відбувається в той же час, що і її «споживання» клієнтом (особою чи підприємством), і перестає існувати відразу після її реалізації. Поліпшити якість наданої транспортної послуги після її реалізації не можливо, як і контролювати якість транспортної послуги перед наданням її клієнту. Відповідно, надзвичайно важливим є забезпечення високої якості транспортної послуги безпосередньо в процесі її реалізації.

Не менш актуальним для забезпечення якості транспортних послуг, зокрема для повнішого задоволення потреб громадян, підвищення безпеки дорожнього руху, посилення конкуренції серед транспортних підприємств, є визначення процедури формування системи управління якістю послуг, в основі якої має бути механізм оцінювання якості транспортної послуги.

Для оцінювання якості транспортних послуг складно застосувати відомі кількісні методи, а потрібно розробляти моделі і методи, які б давали можливість врахувати вимоги різних учасників транспортного процесу: перевізників, споживачів, незалежних оцінювачів та регуляторів.

На якість надання послуг транспортним підприємством впливають фактори зовнішнього середовища, які можна розділити на дві групи: макрооточення і мезооточення. До макрооточення належать фактори, які не мають специфічного впливу на конкретне транспортне підприємство, однак рівень впливу на якість надання послуг досить істотний. До таких факторів належать демографічні, економічні, технологічні, правові тощо. Фактори мезооточення, які впливають на якість надання транспортних послуг, характеризують здатність транспортного підприємства реалізувати свої переваги на ринку в конкурентній боротьбі з прямими конкурентами, врахувати у своїй діяльності загрози появи потенційних конкурентів або нових транспортних послуг, а також вплив клієнтів і постачальників.

Істотний вплив на якість транспортних послуг, які надає конкретне підприємство, мають такі фактори, які можуть бути як джерелом переваг, так і загроз, зокрема: невідповідна кваліфікація персоналу, велика інтенсивність транспортного потоку, поганий стан транспортної інфраструктури, відсутність моніторингу розташування вантажів, недостатній рівень контролю, невідповідність опакowań (здебільшого стосується перевезень вантажів), дорожні випадки, крадіжки, перевантаження транспортного засобу тощо.

Особливістю оцінювання якості транспортних послуг є те, що споживач визначає рівень якості послуг за особистим сприйняттям: оцінює всі елементи послуги як єдине ціле, хоча при цьому недоліки надання послуги впливають на результат оцінювання особливо істотно. Водночас для споживача внутрішня організація процесу надання транспортної послуги не є важливою.

Споживач може оцінювати якість транспортної послуги за різними критеріями, зокрема, за вартістю перевезення, безпечністю, регулярністю, пунктуальністю, швидкістю, надійністю. Він може оцінювати якість перевезення пасажирів і за іншими додатковими критеріями, наприклад, наявністю послуг резервування і можливістю їхньої зміни; швидкістю й зручністю пересадки з одного виду транспорту на інший тощо.

Останнім часом на сприйняття споживачем якості транспортних послуг впливає спосіб надання інформації клієнту, а саме: друкована рекламна інформація, наявність інтернет-сторінки перевізника, безплатні інформаційні лінії, візуальні інформаційні засоби в пунктах зв'язку і транспорті з можливістю швидкої зміни інформації, інтегровані інтермодальні системи та ін.

Підсумовуючи наведене вище, механізм оцінювання якості транспортних послуг, на нашу думку, має ґрунтуватися на системі основних критеріїв, які мають найповніше враховувати вплив макро- і мезооточення, а також внутрішнього середовища транспортного підприємства. Постійний моніторинг якості транспортних послуг і дотримання міжнародних норм управління якістю

[1, 2] є основою забезпечення їх високого рівня. У доповіді запропонований алгоритм і методика багатокритеріального оцінювання якості надання транспортних послуг з метою їх коригування відповідно до вимог різних зацікавлених груп.

Література

1. ДСТУ ISO 10004:2013 Управління якістю. Задоволеність замовників. Настанови щодо моніторингу та оцінювання (ISO 10004:2012, IDT).
2. ДСТУ ISO 9004:2012 Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю (ISO 9004:2009, IDT).

Клец Дмитро Михайлович, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, hefer64@ukr.net

Назаров Олександр Іванович, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, hefer64@ukr.net

Шпинда Євгеній Михайлович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, hefer64@ukr.net

Лях Максим Сергійович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, s2000sv@gmail.com

Нижник Максим Олександрович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, valikvk95@ukr.net

ПОКРАЩЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВ

Стрімкий ріст парку експлуатованих легкових автомобілів на території України, котрий за станом на 2018 р. налічує близько 6,9 млн. одиниць, серед яких обладнані виключно АБС становлять 19%, не обладнані АБС 4%, а також прогнозоване зростання інтенсивності й швидкості руху, вимагає посилення вимог до безпеки їх використання [1].

Вимогами діючих як міжнародних, так і національних стандартів, як необхідного критерію оцінки безпеки використання експлуатованого легкового автомобіля, є забезпечення ефективності та стабільності функціонування всіх елементів його гальмівної системи при екстрених гальмуваннях.

У відомих літературних джерелах [2] вказується, що фактори, які викликають зміну показників гальмівних властивостей легкових автомобілів, носять випадковий характер і визначаються їх конструктивними та експлуатаційними факторами. Найбільш важливими з них є значення коефіцієнта зчеплення шини з опорною поверхнею дороги, коефіцієнта розподілу гальмівних сил, положення центру мас і метacentру автомобіля, величина нормальних реакцій на колесах при гальмуванні в експлуатаційних умовах, особливості конструкції їх гальмівних систем.

При оцінці ефективності гальмування легкового автомобіля класично приймалися допущення, при яких не враховувалася дія експлуатаційних умов та зміна геометрії поверхонь тертя гальмівних механізмів. Розрахунок

проводився за умови забезпечення максимальних вповільнень на горизонтальній ділянці шляху з сухим асфальтобетонним покриттям для випадку екстрених гальмувань.

Крім того, при аналізі перерозподілу нормальних реакцій раніше вважалося, що подовжня, поперечна і горизонтальна складові аеродинамічної сили прикладені в одній точці – метацентрі, що збігається з центром мас легкового автомобіля, а в ряді випадків і взагалі не враховувалися [2].

Однак під час експлуатації на легковий автомобіль діє велика кількість зовнішніх сил, які можуть призвести не тільки до нерівномірного розподілу нормальних навантажень між осями, а й між колесами однойменних осей, тобто до міжборткової нерівномірності.

Вирішення питання залежить, перш за все, від підвищення величини та стабільності показників гальмівної ефективності, забезпечуваної застосовуваними гальмівними механізмами на експлуатованих легкових автомобілях [3].

Це можливо за умови реалізації найменшого гальмівного шляху та найбільшої величини уповільнення під час екстреного гальмування легкових автомобілів за рахунок реалізації нерівномірності гальмівних сил, яка виникає в певних експлуатаційних умовах внаслідок нерівномірного розподілу нормальних реакцій між колесами однойменних осей та раціонального розподілу енергонавантаження між гальмівними механізмами різних осей і бортів.

При цьому в більшості випадків в гальмівних системах легкових автомобілів застосовується або осьова, або діагональна схема поділу контурів гальмівного привода, котрі не здатні реалізувати в повній мірі зміну бортового навантаження автомобіля, так як вони забезпечують гальмування автомобіля при залученні контурів, що включають або передні, або задні гальмівні механізми – при осьовій схемі, або передній лівий/правий та задній правий/лівий гальмівні механізми – у разі діагональної схеми.

Для максимальної реалізації міжборткової нерівномірності нормальних навантажень та раціонального розподілу енергонавантаження між гальмівними механізмами різних коліс пропонується використовувати комбіновану або бортову (частину комбінованої) схему включення контурів гальмівної системи спільно з гальмівним приводом, що забезпечить необхідне значення приводного тиску в контурах, які з'єднують гальмівні механізми переднього і заднього колеса відповідного борту автомобіля, та змінну геометрію гальмівних дисків.

Література

1. Ярещенко Н.В. Довгострокове прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах [Текст]: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.11 «Автомобільні шляхи та аеродроми» / Н.В. Ярещенко. – Харків, 1999. – 16 с.

2. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Электронный ресурс]: учеб.пособ. / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская. – М.: МГИУ, 2008. – 318 с. – Режим доступа: <http://www.books.google.com.ua/books>.

3. Стабильность эксплуатационных свойств колесных машин / [Подригало М.А., Волков В.П., Карпенко В.А. и др.]; под ред. М.А. Подригало. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 614 с.

Ковтун Олександр Миколайович, магістр Ам-18, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, kovtunsanter@gmail.com

АДАПТАЦІЯ МАІ ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ ОБЛАДНАННЯ ПАТ

Щоб оцінити ефективність використання обраного обладнання, потрібні критерії, які дозволять виміряти ступінь досягнення мети з групи альтернативного обладнання.

Критерії та альтернативи складають взаємопов'язані рівні ієрархії. Для виявлення повного набору елементів кожного рівня передбачається, що елементи цих рівнів можуть групуватися в незв'язані безлічі. Елемент кожної групи може впливати на елемент наступної групи, але сам знаходиться під впливом попередньої групи.

На самому першому рівні ієрархії порівняння технологічного обладнання знаходиться головна ціль – знаходження оптимального, для певних умов, обладнання, яке задовольнить основні потреби підприємства. Цей рівень має лише один елемент, тому, відповідно, індексна доля цього елемента дорівнює одиниці.

Другий рівень повинен містити найголовніші групи ознак якості технологічного обладнання. До таких ознак можна віднести: надійність обладнання; функціональність обладнання; споживчі властивості обладнання; економічні показники обладнання.

Отже, у другому рівні ієрархії знаходиться чотири показники якості технологічного обладнання. Показники вагомості усіх елементів другого рівня у сумі мають дорівнювати одиниці.

Третій рівень ієрархії більш детально характеризує кожний з елементів попереднього рівня. Цей рівень потребує детального аналізу кожного з елементів другого рівня.

Отже необхідно розглянути кожний елемент попереднього рівня більш поглиблено. Це необхідно для визначення найважливіших складових критеріїв якості для максимальної ефективності використання цього методу в подальшому.

Параметри надійності. Надійність можна поділити на чотири основних елементи: безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність та збереженість.

Функціональний показник. До функціонального критерію порівняння віднесемо такі три основних параметри: показники потужності, продуктивність, багатофункціональність.

1. Показники потужності – критерій, який характеризує кількісні значення потужності та максимальних зусиль, що доречні до конкретних видів обладнання.

2. Продуктивність – критерій, який характеризується відношенням зробленої роботи на обладнанні до часу, затраченого на цю роботу.

3. Багатофункціональність – критерій, який показує пристосованість конкретного зразку обладнання виконувати додаткові технологічні операції, або обслуговувати більшу кількість типів або марок автомобілів.

Споживчі показники. Від споживчих показників залежить продуктивність і комфорт роботи працівника, використовуючи даний зразок технологічного обладнання. Можна виділити такі критерії споживчих показників: безпека обладнання, ергономіка, екологічність.

1. Безпека - характеризує особливості продукції, що зумовлюють при її використанні безпеку людини та інших об'єктів. Вони повинні відображати вимоги до заходів і засобів захисту людини в умовах аварійної ситуації, не санкціонованої і не передбаченої правилами експлуатації в зоні можливої небезпеки.

2. Ергономіка - характеризує систему «людина - виріб - середовище використання», має прямий вплив на продуктивність персоналу.

3. Екологічність - визначає рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище в процесі експлуатації обладнання. Даний показник грає важливу роль в організації підприємства.

Економічні показники. Показники економічності визначають досконалість виробу за рівнем витрат матеріальних, паливно-енергетичних і трудових ресурсів на його виробництво і експлуатацію. Це в першу чергу: вартість обладнання, вартість утримання, рентабельність.

1. Вартість обладнання – початкова ціна, за яку можливо придбати обладнання;

2. Вартість утримання – характеризується витратами, які несе підприємство, безпосередньо під час використання обладнання.

3. Рентабельність – характеризується залежністю величини прибутку від трудомісткості роботи на обладнанні.

На цьому 3-й рівень ієрархії можна вважати завершеним. В сумі третій рівень містить 13 показників якості. Але при порівнянні специфічних зразків обладнання, цей рівень можна доповнити ще й іншими допоміжними показниками, які матимуть більше вагове значення у порівнянні з вище представленими параметрами.

Нарешті четвертий рівень включає в себе вже конкретні зразки технологічного обладнання, які підлягають комплексному порівнянню за всіма перерахованими вище показниками якості. Після чого можна прийняти оптимальне рішення в виборі обладнання за кількісними показниками методу аналізу ієрархій.

Так як на четвертому рівні необхідно порівнювати обладнання між собою за кожним із показників третього рівня – необхідно чітко розуміти, які характеристики обладнання відносяться до конкретного критерію оцінювання.

Безвідмовність. Безвідмовність можна виразити математичними величинами імовірності безвідмовної роботи, середнього напрацювання до відмови, інтенсивності відмов. Безвідмовність має пряму залежність від використаних в обладнанні матеріалів та способу їх обробки.

Довговічність. Параметри, які найбільш точно характеризують довговічність – це середній ресурс та середній термін служби. Для більшості видів обладнання, ці показники можна знайти у технічній характеристиці.

Ремонтпридатність. Характеризується рівнем пристосованості конструкції обладнання для усунення несправностей, які виникли під час експлуатації. Слід звернути увагу на відповідність конструкції обладнання до прийнятих стандартів.

Збереженість. Збереженість можна оцінити величинами зносу робочих поверхонь обладнання, втрата потужності з плином часу і т.д.

При оцінюванні показників надійності, також, не зайвим, буде оцінити термін та умови гарантії, які надає виробник. Це має пряме відношення до показників безвідмовності та довговічності.

Параметри потужності. В даному випадку, слід порівнювати усі кількісні показники потужностей, сил та вантажопідйомності обладнання.

Продуктивність. Необхідно оцінити швидкісні показники робочих елементів обладнання. Та наявність пристосувань, спроможних підвищити швидкість виконання операцій на обладнанні.

Багатофункціональність. Характеризується ступенем універсальності (спроможність обслуговувати різні типи автомобілів) та наявністю конструктивних особливостей, за допомогою яких можна розширити спектр надаваних послуг.

Безпека. При аналізі обладнання на безпечність, необхідно звернути увагу на тип живлення обладнання (електричне, пневматичне та ін.). Перевірити наявність гострих кутів та інших джерел, спроможних нанести фізичну шкоду. Дізнатися про наявність електричних та механічних запобіжників.

Ергономіка. Оцінюємо легкість та зручність використання обладнання. Перевіряємо тип виводу інформації (аналоговий, цифровий), зручність і простоту елементів управління обладнання. Наявність автоматизованого виконання певних операцій.

Екологічність. Звертаємо увагу на наявність виділення обладнанням шкідливих речовин. Якщо виділення присутнє, то оцінюємо його кількісні показники.

Вартість обладнання. Пріоритет за цим критерієм отримує обладнання з найменшою ціною.

Вартість утримання. Слід проаналізувати тип ресурсів, який використовується обладнанням, та їх витрату. Також враховуємо вартість обслуговування та ремонту.

Рентабельність. Врахувавши технічні характеристики обладнання та підприємства, розраховуємо значення фондівіддачі.

Основними джерелами для знаходження інформації можна виділити: офіційні технічні інструкції користувача, креслення обладнання, статистика та коментарі, надані виробником. За нестачею інформації, можна звернутись до форумів користувачів, неофіційної статистики та відгуків. Але до інформації з неофіційних джерел слід відноситися з підозрою, її необхідно аналізувати і перевіряти.

Кравченко Олександр Петрович, д.т.н., професор, Житомирський державний технологічний університет, avtoap@ukr.net

Чуйко Сергій Петрович, аспірант, Житомирський державний технологічний університет, expertauto@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ВИТРАТИ ПАЛИВА МІСЬКИМИ МАРШРУТНИМИ АВТОБУСАМИ ОСНАЩЕНИМИ «КЛІМАТ- КОНТРОЛЕМ»

На функціонування різних систем автомобіля впливають природно-кліматичні умови. Однією із таких систем є кліматична система, яка має досить велику потужність і в зв'язку з чим впливає на паливну економічність.

Враховуючи, що сучасні міські автобуси комплектуються кліматичними установками, в основі яких вбачається застосування кондиціонера, то досить гостро виникає питання впливу кондиціонера на витрати палива і розгінну динаміку автобусу.

При експлуатації міського автобусу у літній період суттєво погіршується рівень теплового комфорту в салоні, основним показником якого є температура повітря. Додаткове охолодження повітря салону автобусу необхідно при температурі зовнішнього середовища +20 С°.

При роботі автомобіля на великих допустимих швидкостях і навантаженнях (за межами міста) вплив кондиціонера (установка «клімат-контроль») на витрати палива незначний. В таких параметрах роботи потужність двигуна висока і частиною енергії, яка витрачена на роботу компресора можна знехтувати. Відповідно, на режимі холостого ходу кондиціонер відбирає частину потужності двигуна на роботу компресора.

Одним з показників, який надає найбільший вплив на мікроклімат в салоні автобусу, є температура повітря навколишнього середовища. Кількість теплоти, яка надходить ззовні у салон автомобіля залежить від площі застосування і колеру непрозорих елементів кузову. Кількість теплоти що надходить і об'єм

салону (об'єм охолодженого повітря в салоні) впливають на холодопотужність і потужність, яку споживає установка «клімат-контроль».

Головними факторами, які впливають на холодопродуктивність установки «клімат-контроль» і витрати палива являються ефективна температура зовнішнього повітря, потужність двигуна і об'єм салону автобуса.

До зовнішніх факторів впливу на автобус, який оснащений установкою «клімат-контроль» можна віднести: навколишнє середовище, режим руху, який визначає технічну швидкість, тривалість простою на технологічних зупинках з відкритими дверима. Відповідно, до внутрішніх факторів віднесені: коефіцієнт світловідбиття непрозорих елементів кузову, площа прозорих і непрозорих елементів кузову, кількість теплоти, яка виділяється від пасажирів і потужність двигуна.

Розглянуті фактори здійснюють вплив на тривалість роботи кліматичної установки в якості додаткового навантаження на двигун автобуса. Через це їх необхідно враховувати при розрахунках витрати палива автобусом при сурових і підвищених температурах умовах експлуатації, тобто в умовах відмінних від стандартних.

В загальному вигляді витрати палива міським автобусом, який оснащений установкою «клімат-контроль» слід представити виразом $Q_{к-к} = f(N_e; N_{к-к})$, де N_e – потужність двигуна, Вт; $N_{к-к}$ – споживана потужність установкою «клімат-контроль», Вт.

Вплив останнього фактору може бути представлено в загальному виді $N_{к-к} = f(V_{ca}; Q_0; t_{nc}; \gamma; S_{пр}; q_l)$, де V_{ca} – об'єм салону автобуса, м³; Q_0 – холодопотужність установки «клімат-контроль», м³/год; t_{nc} – ефективна температура зовнішнього повітря, С⁰; γ – коефіцієнт світло відбиття непрозорих елементів кузову; $S_{пр}$ – площа прозорих елементів кузову, м²; q_l – кількість теплоти, яку виділяє людина, Вт.

В умовах високих температур зовнішнього повітря при роботі міського автобуса на маршруті з частими зупинками для посадки-висадки пасажирів, при яких деякий час залишаються відкритими двері, не забезпечується необхідний температурний режим. Для того щоб компенсувати теплоприток, який надходить ззовні, установка повинна виробити відповідну кількість холоду, що визиває додаткові витрати палива двигуном.

Проведенням натурного експерименту встановлено, що на стоянці з працюючим двигуном ввімкнення і вимкнення кондиціонера, змінює оберти двигуна, що підтверджується показниками тахометру. Це свідчить, що час простою маршрутних автобусів на зупиночних пунктах маршруту є складною функцією і може залежати від групи факторів $ton = f(\Pi; T; T_{пр})$, де Π – група факторів, що характеризує параметри пасажиропотоку на маршруті; T – група факторів, що характеризує технічні характеристики транспортних засобів; $T_{пр}$ – група технологічних факторів, що характеризують перевізний процес.

Висновки

Паливна економічність маршрутного міського автобусу оснащеному установкою «клімат-контроль» залежить від ефективної температури навколишнього повітря, коефіцієнту світловідбиваючих непрозорих елементів кузову, швидкості руху, тривалісті простою на планових зупинках з відкритими дверима і параметра питомої кліматичної потужності.

Важливим фактором витрати палива автобусом на маршруті є циклічний режим роботи, при якому автобус зупиняється при проїзді світлофорів, пішохідних переходів, у заторах т.і.

Для оцінки зміни витрати палива автобусами з установкою «клімат-контроль» необхідно розробити математичну модель яка буде підвищувати точність отриманих результатів шляхом впливу природно-кліматичних факторів, технічних характеристик транспортних засобів, умов руху і складності маршруту.

Кравченко Олександр Петрович, д.т.н. професор, Житомирський державний технологічний університет; avtoap@ukr.net;

Левківський Олександр Анатолійович, аспірант, Житомирський державний технологічний університет

АНАЛІЗ СЕРВІСНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА МІЖНАРОДНІЙ АВТОТРАНСПОРТНІЙ МАГІСТРАЛІ М-06 (Е40) В МЕЖАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Через Житомирську область проходять декілька міжнародних коридорів, одним з яких є автомобільна дорога М-06 європейського маршруту Е40. Загальна протяжність автомагістралі становить 821,5 км; 196 км пролягає через Житомирську область. Після реконструкції у 2012 році якість дороги значно покращилася, що сприяло збільшенню середньої швидкості руху, підвищенню комфорту, економічності та безпеки руху по дорозі. У складі вантажного транспортного потоку, що проходить по автомагістралі найбільшу частину займають автопоїзди виробників: автомобілі-тягачі DAF, MAN, Renault, Volvo, Mercedes-Benz і причіпний склад Schmitz, Kögel, Krone та ін. Виконаний аналіз результатів обстеження в 2017 р. показав стабільний потік автопоїздів протягом року [1]. Кількісний аналіз інфраструктури автомагістралі в межах Житомирської області показав, що на автомагістралі знаходиться: АЗС- 33 од; естакади – 6 од., паркінги для коротко часового відстою рухомого складу - 11 од., кафе - 16 од., дві станції технічного обслуговування автомобілів. Більша частина АЗС (близько 75%) та кафе (близько 65%) знаходяться на ділянці від м. Житомир до м. Київ в межах Житомирської області, в той час як на ділянці автомагістралі між містами Житомир та Новоград – Волинський об'єкти придорожного сервісу зустрічаються значно рідше.

Приймаючи до уваги аналіз інфраструктури і транспортного потоку, можна зробити висновок, що система сервісу є не досить розвинутою на ділянці автомагістралі між містами Житомир та Новоград – Волинський. Особливо це стосується технічного сервісу транспортних засобів. Постійне збільшення вантажообігу та транспортного потоку призводить до збільшення потреби в технічному сервісі автопоїздів, а також відпочинку і соціально-побутовому обслуговуванні водіїв і пасажирів, що визначає подальші напрямки продовження досліджень з метою розвитку інфраструктури сервісу міжнародної автотранспортної магістралі М-06 (Е40).

Необхідно визначити конкретний потік транспортних засобів, їх надійність, умови та можливості використання виробничих пришляхових потужностей, види виконання робіт по обслуговуванню та ремонту рухомого складу, доцільності будівництва сервісних та складських приміщень.

Література

1. [REDACTED] Кравченко О.П., Рафальський Є.М., Добровінський О.О. Аналіз транспортної інфраструктури на міжнародній автотранспортній магістралі М06 (Е40) / Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. №2(9), 2017. Луцьк, ЛНТУ, с. 89-92

Криворот Анатолій Ігорович, старший викладач, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, anatoliikryvorot@gmail.com,
Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ПОЛІПШЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗГАНЯННЯ АВТОМОБІЛЯ ГАЗЕЛЬ «РУТА» ПРИ РУСІ У МІСЬКИХ УМОВАХ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ВИМОГ ПДР УКРАЇНИ

З 1 січня 2018 року автомобілісти повинні будуть рухатись у населених пунктах з максимальною швидкістю у 50 км/год. Про це йдеться у постанові Кабміну від 10 листопада 2017 року “Про внесення змін до Правил дорожнього руху”. Зменшення швидкості призведе і до підвищення інтенсивності руху на вулицях населених пунктів. Популярним транспортом тут вважаються маршрутні транспортні засоби, цільовою функцією яких є швидкість і собівартість перевезення пасажирів. Враховуючи це, для них доцільно поліпшувати експлуатаційні властивості, а саме характеристику розганяння та паливну економічність, забезпечуючи необхідні середні експлуатаційні швидкості руху та мінімізацію витрат палива на маршруті.

Тягово-швидкісні властивості автотранспортних засобів характеризують його здатність до руху під дією поздовжніх сил ведучих коліс і складаються з безлічі показників [1]. Кожний показник тягово-швидкісних властивостей згідно з характеристиками двигуна характеризує поведінку АТЗ в одному з режимів руху при різних дорожніх умовах .

Одним із шляхів поліпшення характеристики розганяння в заданих умовах руху автомобілів є реалізація в їх конструкціях оптимальних передаточних чисел коробки передач (КП).

Існують різні методики вибору передаточних чисел КП: деякі передбачають отримання найкращої паливної економічності, інші – динамічної або швидкісної характеристики в деяких заданих умовах руху [2].

Метою даної роботи є визначення оптимального ряду передаточних чисел коробки передач автомобіля ГАЗель «РУТА» з використанням основних технічних характеристик двигуна УМЗ 4216, для забезпечення кращих властивостей розганяння транспортного засобу в сучасних експлуатаційних умовах з одночасним зниженням витрати палива.

Передаточні числа КП визначені за різними законами та методиками, представлено на рисунку 1.

Залежність часу та шляху розгону від швидкості автомобіля представлено на рисунках 2 та 3 відповідно.

Аналізуючи графічні залежності (рис.2, 3) приймаємо рішення дослідити паливно-економічну характеристику автомобіля на 3 передачі, так як на ній швидкість руху автомобіля, що розглядається, відповідає сучасним правилам дорожнього руху України.

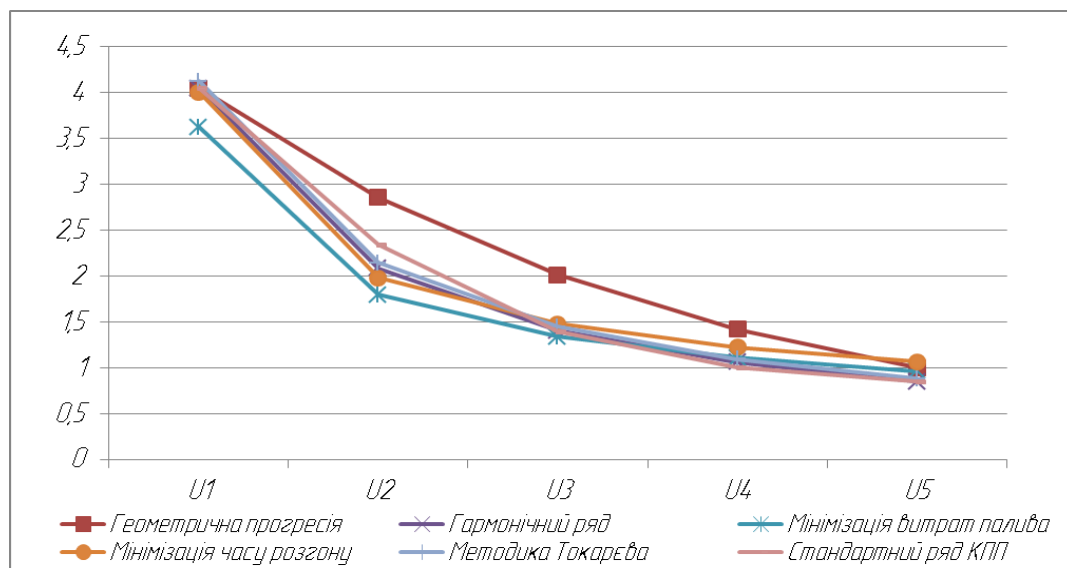


Рисунок 1 – Залежність передаточного числа від номера передачі

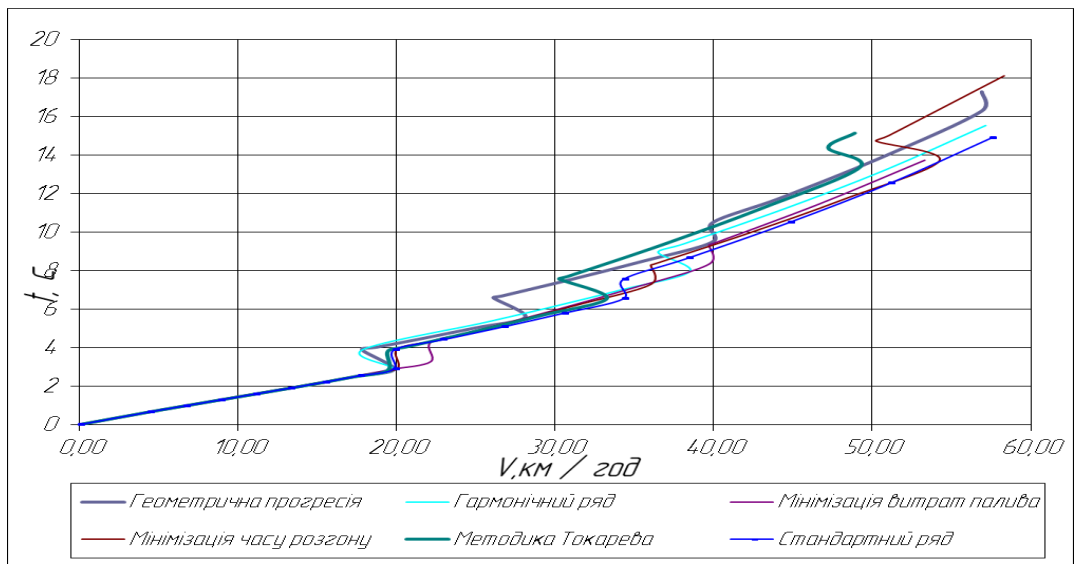


Рисунок 2 – Залежність часу розгону від швидкості автомобіля

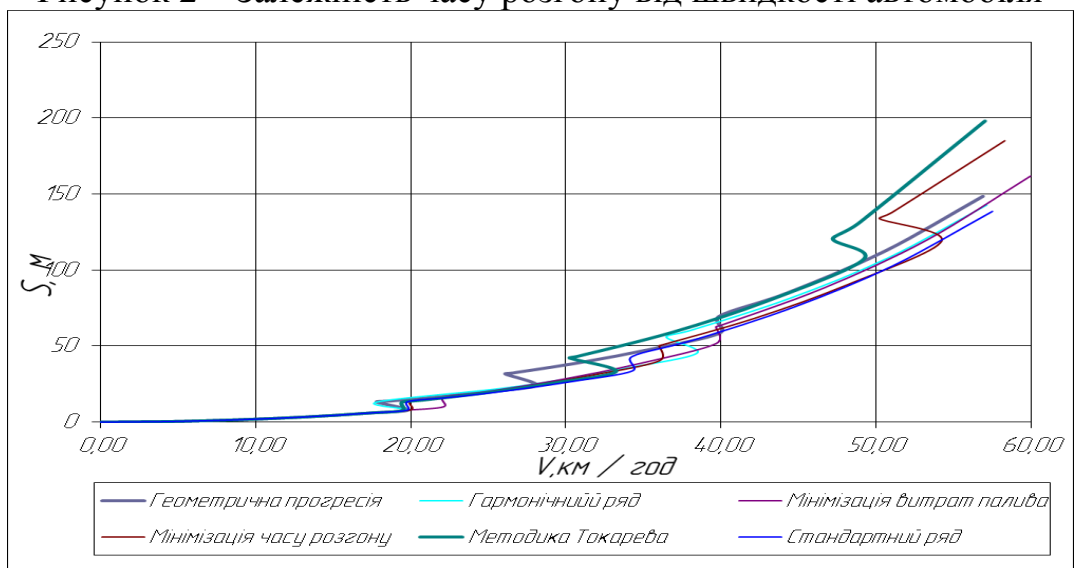


Рисунок 3 – Залежність шляху розгону від швидкості автомобіля

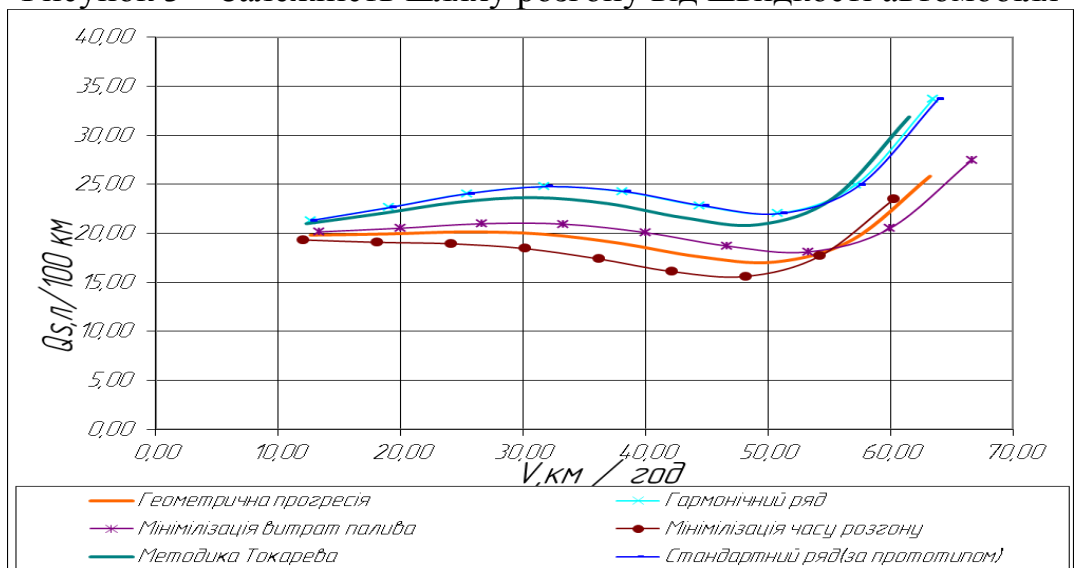


Рисунок 4 – Паливно-економічна характеристика автомобіля ГАЗель «РУТА» на 3 передачі

Аналіз представлених результатів показує, що розглянуті методики вибору передаточних чисел коробки передач не поступаються за тягово-швидкісними характеристиками стандартній КП, а в деяких випадках при ідентичних швидкостях руху автомобіля навіть кращі.

Література

1. В.П. Сахно, Г.Б. Безбородова, М.М. Маяк, С.М. Шарлай Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність / Навч. посібник /. – К.: В-во «КВІЦ», 2004, 174 сторінки. Іл. 15. Табл.19. Бібліограф. 30. Назв. 30.
2. Основенко М.Ю., Сахно В.П. Автомобілі: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 344 с.

Кривошапов Сергей Иванович, к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, keat@khadi.kharkov.ua

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА РАСХОД ТОПЛИВА

Топливная экономичность, наряду с динамичностью, управляемостью, устойчивостью, проходимостью и др., является показателем характеристики эксплуатационных свойств автомобиля. Изменение расхода топлива в процессе эксплуатации качественно и количественно определяет экономическую эффективность использования подвижного состава.

Учет и нормирование расхода топлива на автомобильном транспорте в Украине осуществляется по приказу Министерства транспорта [1]. Согласно этого документа учет условий эксплуатации производится корректирующими коэффициентами, изменяющими базовую норму расхода топлива. Оговорено 15 условий эксплуатации при котором расход топлива увеличивается и 3 условия когда расход топлива снижается.

В нормативе определены строгие границы действия условий, при наступлении которых изменяется значение корректирующих коэффициентов. Значения коэффициентов задаются дискретно, в то время как условия эксплуатации и их влияние на расход топлива измеряется непрерывно. Численные значения коэффициентов количественно определены, однако они не всегда теоретически обоснованы. Применение математического моделирования позволит получать расчетный расход топлива, который в большей степени соответствует его фактическому потреблению.

Расход топлива повышается [1] в зависимости от температуры окружающей среды и высоты расположения дороги над уровнем моря. Температура влияет на работу ДВС через изменение плотности воздуха и топлива. С увеличением высоты расположения дороги снижается давление воздуха, что приводит к уменьшению наполняемости цилиндров двигателя топливовоздушной смесью. Математическая модель расхода топлива, которая

основана на учете индикаторных и эффективных показателей работы двигателя (мощности, давления, удельного расхода, КПД), может в полной мере учесть изменение характеристик всех атмосферно-климатических условий.

Для поддержания комфорта в салоне автомобиля требуется затрачивать дополнительную энергию. Это воздействие можно учитывать через изменение мощностного баланса автомобиля, а потери энергии учитывать общим показателем эффективности – механическим КПД.

В методике [1] предусмотрено потребление дополнительного топлива для прогрева двигателя, но только для автомобилей с ГБА. Автомобили с бензиновыми и дизельными двигателями также необходимо перед движением прогревать, но для этого нормы не установлены. Прогрев актуален для большегрузных грузовых автомобилей, у которых используется значительный объем охлаждающей жидкости, а также необходимость время на закачку воздуха в систему торможения. Прогрев двигателя позволит на раннем этапе движения задействовать систему нейтрализации отработавших газов. Норму расхода топлива на запуск и прогрев двигателя можно получить в результате моделирования процесса передачи тепла в ДВС при разных температурах воздуха и двигателя, с учетом времени прогрева и конструкции автомобиля.

Расход топлива увеличивается [1] на дорогах с большим количеством поворотов, при движении в черте города, при работе с частыми остановками, при движении с пониженной скоростью, в сложных и сверхсложных условиях. Эксплуатация автомобиля в этих условиях приводит к изменению скорости движения. Целесообразно при нормировании непосредственно определять расход топлива через скорость автомобиля. В методике [2] получены аналитические зависимости, связывающие путевой расход топлива со средней технической скоростью. Современные технические средства (тахограф, GPS-трекеры) позволяют определять «мгновенную» скорость автомобиля. Поэтому более эффективно строить модель для расчета расхода топлива в динамике.

Расход топлива повышается [1] при обкатке автомобиля или двигателя, в зависимости от ресурса или срока эксплуатации автомобиля. При этом учитывается изменение технического состояния автомобиля, которое в модели расхода топлива можно учесть через изменения КПД автомобиля.

Расход топлива увеличивается [1] для технологического транспорта или такси, автомобилей-фургонов и оперативных транспортных средств, а также для автомобилей, на которых осуществляется подготовка и обучение водителей. При эксплуатации автобусов «на заказ» расход топлива уменьшается [1]. Режим движения этих автомобилей отличается от остальных видов транспорта. Для этих и других автомобилей можно создавать специальные скоростные циклы, по которым рассчитывать индивидуальную норму расхода топлива.

Расход топлива снижается [1] при повышении скоростного режима движения на дорогах за пределами населенных пунктов. С увеличением скорости автомобиля увеличивается сила аэродинамического сопротивления,

поэтому в действительности расход топлива возрастает. Математическая модель должна учесть все составляющие потерь мощности, включая потери в силовых агрегатах, в подвески и колесах автомобиля.

Действующую систему нормирования горюче-смазочных материалов на транспорте можно усовершенствовать путем использования теоретически обоснованных методов расчета корректирующих коэффициентов измеряющих расход топлива с учетом реальных условий эксплуатации транспортных средств.

Література

1. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте // Налоги и бухгалтерский учет : Информационно-аналитическая газета. – Режим доступа: http://www.nibu.factor.ua/info/Zak_basa/NormiGSM/

2. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований) : Монография / Н.Я. Говорущенко. - Харьков: ХНАДУ, 2011. - 297 с.

Кузьмін Віктор Степанович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет v.s.kuzmin@donnaba.edu.ua
Савенок Дмитро Валерійович, к.т.н., Донбаська національна академія
Будівництва і архітектури

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА АВТОСЕРВІСУ

Виробничий потенціал автосервісного підприємства це складна виробнича система, яка об'єднує потенціали окремих виробничих підрозділів (дільниць, цехів), що взаємопов'язано функціонують в процесі виробництва сервісної послуги. Умовою стабільної роботи та економічного зростання підприємства є повне і ефективне використання та постійне нарощування свого потенціалу.

Поширеним є також визначення потенціалу [1] як : «... сукупність природних умов і ресурсів, можливостей, запасів і цінностей, що можуть бути використані для досягнення певних цілей».

Ефективність виробничого потенціалу розглядають при дослідженнях, як правило, в двох вимірах – технологічному і економічному [2, 3]. Пропонується виробничий потенціал визначати як суму вартості основних виробничих фондів, трудових ресурсів (фонд заробітної платні, премії, витрати на підготовку і підвищення кваліфікації працівників), енергетичних ресурсів, технологій, інформації тощо.

В.М. Архипов [4] обсяг виробничих ресурсів оцінює через чисельність персоналу використовуючи коефіцієнт заміщення (еквівалентності) основних виробничих фондів чисельністю робітників.

Відповідно до методики [5] взаємозв'язок виробничого потенціалу і виробничих потужностей автосервісного підприємства представляється

математичною моделлю, яка включає виробничі потенціали структурних підрозділів, коефіцієнти використання потужності, кількість виробничих комплексів.

Подальших досліджень потребують взаємозв'язки окремих складових виробничого процесу, визначення принципів і умов, стратегії формування збалансованого виробничого потенціалу підприємства і його оцінки.

Потенціал виробничого процесу автосервісного підприємства (P_{en}) – максимальна продуктивність процесу при функціонуванні в конкретних умовах відповідно до системи цілей (виробництво сервісних послуг, розширення сфери послуг, отримання прибутку тощо). При цьому P_{en} можна представити з позицій системного і процесного підходів як суму потенціалів окремих процесів, складових загального виробничого процесу:

$$P_{en} = \sum_{i=1}^m P_{nci}, \quad (1)$$

де P_{nci} – потенціал i -го складового процесу загального виробничого процесу, од.; m – сумарна кількість складових процесів в загальному виробничому процесі підприємства.

Виробничий потенціал кожного i -го складового процесу можна представити функціональною залежністю:

$$P_{nci} = f(\sum_j P_{nj}, T_{en}, C_{nn}, C_{pn}, O_{en}, Y_{en}), \quad (2)$$

де P_{ni} – внутрішні i -ті наявні ресурси виробничого процесу підприємства: трудові, технологічні, інтелектуальні, фінансові, тощо; T_{en} – удосконалення та впровадження нових технологій, модернізація виробничої бази, впровадження нових методів, способів виробництва тощо; C_{nn} – потенціал ринку автосервісних послуг; C_{pn} – можливості і якість зовнішнього ресурсного середовища: ринок матеріалів, запасних частин, енергетичних ресурсів, тощо; O_{en} – потенціал організаційних удосконалень, перетворень виробничого процесу; Y_{en} – потенціал нових, більш досконалих методів управління виробничими процесами;

Аналіз загальних принципів формування та функціонування виробничого потенціалу та аналізу раніше виконаних робіт [3, 4, 6, 7], дав можливість сформулювати такі основні принципи розвитку виробничого потенціалу автосервісного підприємства:

Рівень використання і удосконалення виробничого потенціалу процесу виробництва сервісних послуг необхідно визначати, оцінювати.

Аналіз і оцінка ефективності удосконалення виробничого процесу підприємства базується на визначенні його фактичних та потенційних виробничих можливостей – його виробничого потенціалу.

Дослідження виробничого потенціалу авто сервісного підприємства доцільно проводити системно в такій послідовності: оцінка потенціалу за показниками, які характеризують стан і рівень розвитку виробничого потенціалу, відповідність сучасним вимогам; рівень ефективності використання окремих складових існуючого потенціалу; визначення напрямків розвитку і підвищення потенціалу локальних процесів і загального виробничого процесу;

оцінка ефективності підвищення потенціалу за окремими напрямками; оцінка загального рівня виробничого потенціалу підприємства.

За результатами всіх зазначених досліджень приймається рішення по ефективному використанню і розвитку потенціалу, розробляється стратегія розвитку підприємства.

Алгоритм і етапи забезпечення формування стратегії розвитку виробничого потенціалу авто сервісного підприємства представлені блок-схемою (рис. 2).

Механізм реалізації стратегії розвитку виробничого потенціалу підприємства можна представити послідовністю етапів формування та розвитку виробничого потенціалу, які здійснюються за циклом Демінга:

1. Прогнозування та визначення пріоритетних напрямків розвитку потенціалу виробничого процесу підприємства, формування загальної мети та системи цілей;

2. Маркетингові дослідження ринку автосервісних послуг, його динаміки і зовнішнього середовища ресурсів;

3. Аналіз стану виробничого процесу підприємства і його внутрішніх ресурсів.

4. Аналіз незадіяного інтелектуального потенціалу підприємства.

5. Оцінка позитивних і негативних сторін виробничого процесу і наявного потенціалу.

4. Розробка моделі потенційної стратегії і напрямків розвитку виробничого потенціалу підприємства;

5. Формування обмежень на розвиток виробничого потенціалу;

6. Розробка цільової програми стратегії розвитку виробничого потенціалу;

7. Розробка комплексних і часткових критеріїв оцінки і вибору стратегічних рішень;

8. Планування та проектування стратегічних рішень по розвитку потенціалу.

9. Оцінка варіантів стратегічних рішень і розробка загальної моделі стратегії розвитку виробничого процесу підприємства;

10. Проведення підготовчих робіт по впровадженню обраної моделі стратегії;

11. Організація моніторингу та контролю за функціонуванням впровадженої моделі стратегії;

12. Оцінка і аналіз результатів функціонування моделі стратегії за результатами впровадження.

13. Корегування впровадженої моделі стратегії за пунктами 1-12.

Методологія реалізації стратегії передбачає поступове наближення до поставленої мети за декілька циклів Демінга.

Методичний підхід до оцінки рівня, використання і формування стратегії підвищення виробничого потенціалу авто сервісного підприємства базується на

аналізі стану підприємства як системи, що функціонує на ринку сервісних послуг, та системи взаємопов'язаних етапів оцінки. Оцінка включає вибір напрямів розвитку потенціалу, критеріїв, показників оцінки і їх визначення.

Література

1. Краснокутська Н.С. Потенціал підприємства: формування та оцінка: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 352 с.
2. Карпенко Е.А. Потенциал производственной системы: сущность, методика оценки, процесс актуализации: Монография. – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2003. – 377 с.
3. Авдеенко В.Н., Котлов В.А. Производственный потенциал промышленного предприятия. – М.: Экономика, 1989. – 239 с.
4. Архипов В.М. Проектирование производственного потенциала объединений. – Л.: Изд-во Ленин.у-та, 1984. – С.127-131.
5. Донец Ю.Ю., Жаров А.В. Эффективность производственных фондов в машиностроении. – К.: Техніка, 1979. – С.11-12.
6. Фонотов А.Г. Ресурсный потенциал. – М.: Экономика, 1985. – 151 с.
7. Мігай Н.Б. Управління виробничим потенціалом машинобудівних підприємств в умовах макроекономічної нестабільності. – Актуальні проблеми економіки, №7(97). – 2009. – С. 121-128.

Купринюк Олег Петрович, викладач, Військова академія (м. Одеса)

Дем'янчук Борис Олександрович, д.т.н., Військова академія (м. Одеса)

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ МАСКУВАННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АТЗ МАРШУ.

Ймовірності перебування системи автотехнічного забезпечення маршу в кожному її стані в процесі функціонування цієї системи, описуються сукупністю трьох диференціальних рівнянь, що описують процес функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу в часі відносно ймовірності перебування системи в кожному із станів відповідно до правила контурів в оточенні кожного із станів цей системи забезпечення маршу.

Сукупність диференціальних рівнянь, що описують процес перебування системи в кожному стані записаних, згідно до правил контурів для графа переходів системи автотехнічного забезпечення маршу дає можливість вирішити наступні питання:

визначити ймовірності перебування системи автотехнічного забезпечення маршу в різних станах і загальної ефективності функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу у виді відношення ймовірності перебування системи в готовому стані до ймовірності її перебування в неготовому до застосування стані;

вплив маскування автомобільної техніки і збільшення ймовірності її відновлення на величину показника ефективності функціонування системи автотехнічного забезпечення маршруту.

Дослідження вказаної моделі, що пропонуються, дає можливість зробити наступні висновки:

1. Ймовірність перебування системи автотехнічного забезпечення маршруту у непрацездатному стані протягом двох діб маршруту збільшується на 70%, а ймовірність її перебування у працездатному стані за цей час маршруту зменшується на 30% та не перевищує у середньому 0,55.

2. За умов зменшення у 2 рази – ймовірностей відмов автомобільної техніки до початку забезпечення маршруту підрозділів та інтенсивності застосування автомобільної техніки для автотехнічного забезпечення маршруту – пошкодження автомобільної техніки до початку маршруту і на маршруті противником, завдяки її маскуванню, та за умов збільшення у 2 рази ймовірності відновлення автомобілів за час, який є сумірним з циклом їх відмов – відновлення автомобільної техніки, ймовірність працездатного стану системи автотехнічного забезпечення маршруту збільшується у середньому в 5 разів та завжди перевищує рівень 0,8. Крім того, у разі виконання зазначених умов, ефективність функціонування системи автотехнічного забезпечення маршруту зростає у 3...4 рази.

3. Без виконання цих умов, що сприяють збереженню живучості автомобілів і ремонтного обладнання протягом маршруту, ефективність функціонування системи автотехнічного забезпечення маршруту зменшується за часом протягом двох діб більш ніж у 2 рази.

Таким чином за допомогою дослідження моделі для оцінки впливу маскування і відновлення автомобільної техніки на ефективність функціонування системи автотехнічного забезпечення маршруту ми виходимо на основний показник – забезпечення живучості, який залежить, як від впливу факторів ураження, які застосовує противник, так і від ефективності організації маскування і функціонування системи відновлення автомобільної техніки в ході автотехнічного забезпечення маршруту.

Лантрат Артур Викторович, магістр Ам-17, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (068)3432059

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы — предложить и обосновать методику диагностирования компонентов топливной аппаратуры двигателя с принудительным воспламенением.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить каналы измерения основных параметров топливоподачи в распределенной системе с электронным управлением;
- провести регистрацию изменения параметров топливоподачи на работающем автомобиле;
- выполнить анализ результатов испытаний;
- предложить алгоритм поиска неисправностей компонентов топливной аппаратуры.

Объект исследования — процессы, сопровождающие топливоподачу в распределенной системе впрыска двигателя с принудительным воспламенением, а именно: волновые, перемещения элементов форсунки и регулятора давления.

Методика измерения. Топливная рампа, подводящая бензин к форсункам, оснащена штатным штуцером, на который был установлен датчик давления (9 на рис. 1). Высоковольтные сигналы регистрировались с помощью емкостных датчиков высокого напряжения, подключенных к специальному адаптеру-преобразователю. Сигналы в диапазоне 0–5 вольт после адаптеров поступали на вход цифрового осциллографа. Импульсы управления форсунками, разделенные на отдельные линии управления, поступали на аналоговые измерительные входы осциллографа. Синхронно с данными сигналами регистрировались показания датчика давления (рис. 1). Распознавание очередности следования управляющих импульсов на форсунки производилось с помощью сигнала о моменте подачи искры в первый цилиндр. Зная порядок работы цилиндров, можно определить к какой форсунке относится текущий управляющий сигнал и колебания давления.

Анализ результатов измерений. На рис. 1 представлены осциллограммы сигналов, зарегистрированных за один рабочий цикл на двигателе автомобиля VW Golf. Осциллограммы показывают, что после управляющего импульса, подаваемого электронным блоком управления (ЭБУ) на обмотку электромагнита форсунки, имеется колебание давления топлива в рампе.

Анализ процессов, происходящих в системе, позволяет выделить несколько важных особенностей, несущих диагностическую информацию. На кривых (рис. 2) выделены четыре участка. Участок «А» — период запаздывания открытия клапана по отношению к моменту начала подачи управляющего электрического сигнала на катушку электромагнита форсунки. Как показали измерения, проведенные при различной длительности управляющего сигнала от 2 до 30 мс, период запаздывания является неизменным. Он не зависит от длительности управляющего импульса. Длительность запаздывания впрыскивания является следствием инерционности форсунки. Инерционность форсунки зависит от индуктивности электромагнита, массы иглы, силы жесткости пружины [1]. Очевидно, что при возникновении дефектов произойдет изменение длительности запаздывания. Например, уменьшение жесткости пружины под действием циклических нагрузок и температуры, межвитковое замыкание в обмотке электромагнита приводит к изменению

индуктивности обмотки и силы, развиваемой магнитом. Износ распылителя приводит к перекоосу и подклиниванию иглы в её верхней части. Наслоение на поверхности клапана лаковых отложений приводит к изменению его массы и, как следствие, к возрастанию инерционности системы.

Проведение сравнения эталонных сигналов с измеренными на автомобиле позволит оценить техническое состояние отдельных элементов форсунки.

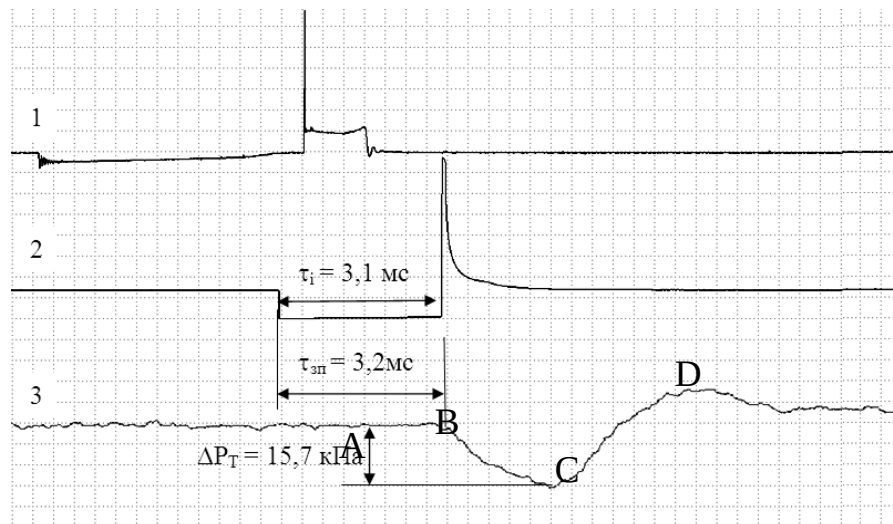


Рисунок 1 — Определение момента впрыскивания

1 — импульсы системы зажигания; 2 — сигнал управления форсункой;
3 — сигнал датчика давления

На участке «В» хорошо прослеживается закономерность — чем больше цикловая подача, тем больше величина провала давления на осциллограмме. Поскольку длительность управляющего импульса одинакова для всех четырех форсунок, то в случае регистрации различных амплитуд колебаний давлений можно сделать вывод о загрязнении форсунки. Очевидно, чем меньше амплитуда — тем больше лаковых отложений внутри форсунки. Как показали расширенные эксперименты, эта зависимость неоднозначна и имеет линейную характеристику только до определенной величины продолжительности впрыскивания. Такая закономерность проявляется вследствие влияния регулятора давления (5 на рис. 1). Поскольку регулятор давления включает подпружиненную мембрану и механический клапан, то он инерционен. Вследствие этого на участке осциллограммы «В» клапан еще закрыт. Таким образом, влияние регулятора давления отсутствует и поэтому зависимость величины провала давления от длительности впрыскивания однозначна. Через определенное время задержки от начала падения давления регулятор преодолевает силы инерции и начинает перемещаться, закрывая проходное сечение линии обратного слива. Участок «С» на рис. 2 соответствует окончанию впрыскивания, следовательно, давление должно стабилизироваться. Однако вследствие инерционности регулятора давление сначала повышается (участок «D»). Это происходит до тех пор, пока клапан регулятора не

установится на прежний уровень. В зависимости от конструкции регулятора после пика давления «D» уровень давления может вернуться на исходную позицию плавно, либо произойти колебательный процесс из нескольких чередующихся провалов и повышений давления (рис. 2). Данный колебательный процесс может характеризовать техническое состояние регулятора (загрязненность, старение мембраны, заклинивание клапана, изменение жесткости пружины).

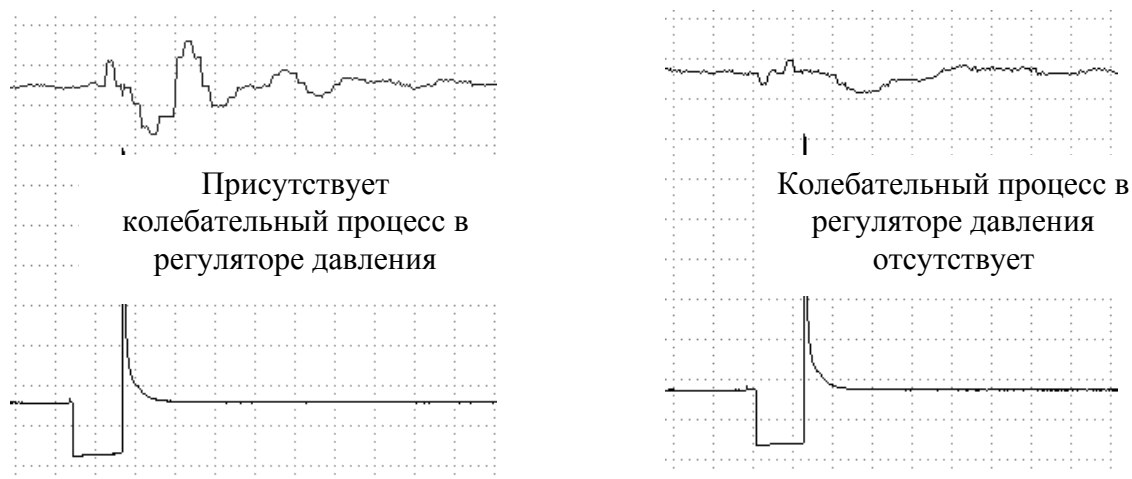


Рисунок 2 — Влияние изменения технического состояния регулятора давления на процесс, происходящий в топливной рампе

Произведенные измерения колебания давления топлива в рампе в зависимости от длительности впрыскивания показали следующее. До длительности впрыскивания 5 мс влияние регулятора давления топлива на величину провала давления отсутствует вследствие его инерционности. После 5 мс влияние регулятора настолько велико, что любое изменение длительности впрыскивания не приводит к изменению амплитуды колебаний давления. Исследование показало, что на различных режимах работы двигателя длительность управляющего импульса до 5 мс обеспечивает топливopодачу на режиме холостого хода и частичных нагрузок.

Література

1. Системы управления бензиновыми двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. — М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. — 432 с.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ АВТОМОБІЛЯ НА РОЛИКОВОМУ СТЕНДІ ПДС-Л ПРИ НАЯВНОСТІ ГІДРОПРИВОДУ

Про технічний стан двигуна можна судити по потужності, що їм розвивається. Безпосередньо заміряти потужність двигуна важко і складно. Побічно про потужність двигуна можна судити по потужності, підведеної до коліс. При технічно справному двигуні легкового автомобіля до коліс підводиться не менше 70% максимальної потужності при даній частоті обертання колінчастого вала ($N_K \leq 0,7 N_{\max}$).

У гідронасосах гальмівний момент прямо пропорційний перепаду тиску на вході і виході. Для обраного мотор-насоса (РМНА-63/320) найбільший перепад досягає 24 МПа. Якщо максимальний тиск на виході буде 25 МПа, а тиск підживлення 1 МПа, то гальмівний момент, Н·м, визначається за формулою:

$$M_H = \frac{0,16 \cdot V_0}{\eta} \cdot \Delta P, \quad (1)$$

де V_0 – номінальна подача на один оберт (63 см³/об);

η – ККД гідросистеми (середня величина становить 0,89).

Підставивши чисельні значення, отримаємо: $M_H = \frac{0,16 \cdot 63}{0,89} \cdot \Delta P = 11,3 \cdot \Delta P$.

При зміні ΔP в межах від 10 до 25 МПа крутний момент буде змінюватися в межах 110...280 Н·м.

Потужність, що розвивається двигуном автомобіля, кВт, можна обчислити за формулою

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_K}{\eta_{\text{тр}}} = \frac{P_K \cdot V_a}{0,92 \cdot 3,6 \cdot 10^3} = 0,302 \cdot 10^{-3} \cdot P_K \cdot V_a, \quad (2)$$

де P_K – тягова сила на колесах автомобіля, Н;

$\eta_{\text{тр}} \approx 0,92$ – ККД трансмісії автомобіля.

Зусилля P_K , Н, з достатньою точністю можна визначити за формулою

$$P_K = \frac{11,3 \cdot \Delta P}{r_p} = \frac{11,3 \cdot \Delta P}{0,11935} \approx 94,68 \cdot \Delta P. \quad (3)$$

Підставимо P_K у формулу для визначення потужності:

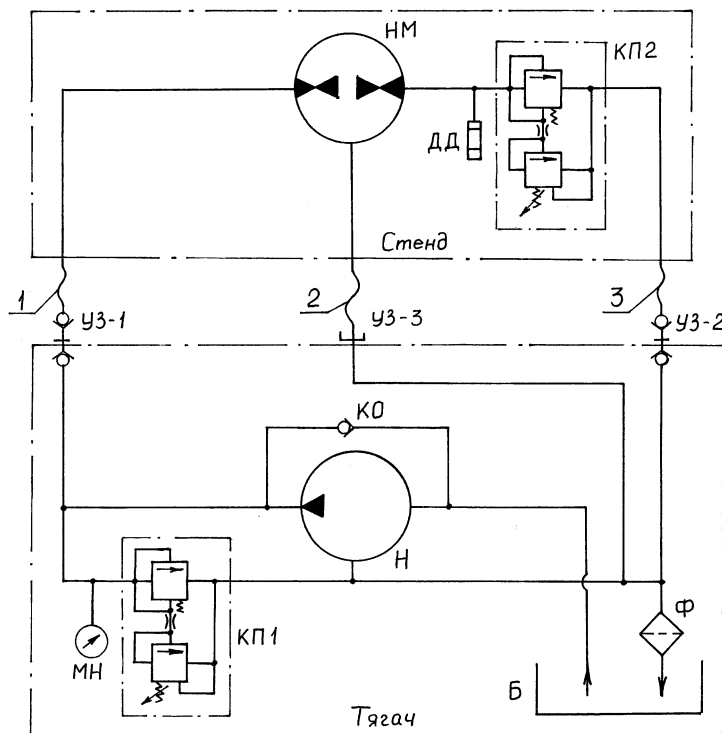
$$N_{\text{дв}} = 0,302 \cdot 10^{-3} \cdot 94,68 \cdot \Delta P \cdot V_a = 28,6 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P \cdot V_a.$$

Наприклад, при $\Delta P=25$ МПа і $V_a=50$ км/год $N_{\text{дв}}=35,7$ кВт. При визначенні P_K не врахована величина $G_a \cdot f \approx 200$ Н (втрати на кочення колеса по роликам стенда). Тому, отриману потужність слід в середньому зменшити приблизно на 5%, тобто $N_{\text{дв}}=0,95 \cdot 35,7=33,9$ кВт.

Остаточно формула для визначення потужності запишеться так:

$$N_{\text{дв}} = 0,95 \cdot 28,6 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P \cdot V_a = 27,2 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P \cdot V_a. \quad (4)$$

Перепад тиску в гідросистемі можна заміряти спеціальними датчиками тиску. На стенді ПДС-Л в навантажувальну магістраль клапана КП2 вмонтований п'єзоелектричний датчик (перетворювач) тиску ДД типу ПД-25 (рис. 1).



1 – напірний рукав; 2 – рукав дренажу; 3 – зливний рукав; Б – гідробак; Ф – фільтр; КП1 – клапан розгону роликів; МН – манометр; Н – насос; КО – клапан зворотний; УЗ-1, УЗ-2 – швидкокороз'ємні з'єднання; УЗ-3 – штуцер дренажу; ДД – датчик тиску; КП-2 – навантажувальний клапан; НМ – насос-мотор (НПП стенду)

Рисунок 1 – Схема гідравлічної системи стенду ПДС

Література

1. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки, Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 24 лютого 2016 р. № 163: за станом на 24.02.2016. – К.: Урядовий кур'єр від 15.03.2016. – 2016. – № 49.
2. Закон України № 1314-VII “Про метрологію та метрологічну діяльність” від 5 червня 2014 р.: за станом на 02.08.2017. – К.: Відомості Верховної Ради від 25.07.2014. – 2014. – № 30, стор. 2350, стаття 1008.
3. Мармут И.А. Методика поверки канала измерения скорости инерционного стенда с беговыми барабанами / И.А. Мармут, В.И. Мармут // Автомобильный транспорт. – 2008. – Вып. 22. – С. 53-57.
4. Мармут И.А. Методика поверки измерительной системы инерционного роликового стенда / И.А. Мармут, Ю.В. Зыбцев // Автомобильный транспорт. – 2011. – Вып. 29. – С. 207-211.

Мастепан Микола Антонович, к.т.н., доцент, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, mastepanma@gmail.com

Кузьміна Вікторія Павлівна, асистент, Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Амелін Олександр Анатолійович, магістр, Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Раціональна організація процесу технічного обслуговування (ТО) та ремонту транспортних засобів (ТЗ) повинна відповідати вимогам якості та ефективності виробництва послуг і будуватися на таких основних принципах, як: спеціалізація, концентрація, диференціація, інтеграція, паралельність, пропорційність, безперервність, ритмічність, прямолінійність, автоматизація, гнучкість, гомеостатичність [1, 2] (рис. 1).

Більшість принципів, таких як: спеціалізація, концентрація, автоматизація, диференціація, паралельність, пропорційність, ритмічність в основному досліджені науковцями і практиками галузі автомобільного транспорту і враховуються при організації виробництва послуг з технічного обслуговування та ремонту ТЗ.



Рисунок 1 – Принципи раціональної організації виробничих процесів

Принцип інтеграції, реалізується в основному в виробничих системах повного технологічного циклу, на яких деталі або вироби обробляються без участі людини з 100-відсотковою готовністю для складання. Цей принцип не типовий для ТО та ремонту ТЗ.

Принцип безперервності передбачає скорочення або зведення до мінімуму перерв у процесі обслуговування та ремонту ТЗ. Безперервність є

запорукою підвищення продуктивності праці, забезпечення рівномірної роботи підприємства, скорочення часу виробництва послуги, що важливо для споживачів.

Оцінити безперервність можна відношенням тривалості технологічної частини обслуговування або ремонту до його повної тривалості. В умовах підприємств автомобільного транспорту усунути повністю перерви неможливо. Тому завдання полягає в мінімізації часу між операціями у виробничому процесі.

Важливим для підприємств автосервісу в умовах нестабільної економіки України є принцип гнучкості. Цей принцип вможливорює пристосування виробничого процесу підприємства до змін правових, соціальних, економічних, організаційних умов в країні і регіоні. Він також забезпечує скорочення часу і витрат на налаштування процесу до змін ситуації на ринку послуг, розвитку конструкції ТЗ і технологій їх обслуговування та ремонту.

Дотримання принципу гомеостатичності забезпечує спротив впливу внутрішніх і зовнішніх факторів, що дестабілізують виробництво на підприємстві. Для цього повинна бути створена система протидії дестабілізуючим факторам, яка передбачає створення технічних, організаційних, управлінських механізмів протидії: процеси діагностування ТЗ, системи оперативного планування і регулювання обслуговування та ремонту, система формування і корегування нормативів, наявність резервів матеріальних та енергетичних ресурсів та ін.

Принцип прямоїчності полягає в забезпеченні найкоротшого шляху проходження автомобіля або його агрегату всіх операцій обслуговування або ремонту. Для підвищення прямоїчності процесів необхідно вибирати схему і послідовність операцій та будувати технологічний процес таким чином, щоб зменшити тривалість транспортних операцій, тривалість передачі об'єктів обслуговування в загальній тривалості виробництва послуг.

Основні принципи організації виробництва на підприємствах автомобільного транспорту взаємно пов'язані, доповнюють один одного. Від їх реалізації в значній мірі залежить час виробництва послуги, її якість та ефективність.

Проектуючи процес ТО та ремонту ТЗ, схему його організації, систему оперативного управління процесами необхідно враховувати зазначені принципи, але кінцеві рішення необхідно приймати за результатами аналізу оцінки показників економічної ефективності рішень.

Література

1. Гончарова Н. П., Федонін О. С., Швиданенко О. та ін. Управління підприємствами: сучасні тенденції розвитку: монографія. – К.: КНЕУ, 2006. – 288 с.
2. Карпенко Е.А. Потенциал производственной системы: сущность, методика оценки, процесс актуализации: Монография. – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2003. – 377 с.

ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ ВИРОБНИЦТВА, ЯК МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ І ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ та РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Виробництво технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів є складним процесом, в ньому якість послуги залежить від багатьох складових. Тому до формування якості ТО і ремонту бажано використовувати процесний підхід.

Стандарти ISO вміщують і забезпечують вісім принципів формування і управління якістю [1]:

Завданнями і функціями системи моніторингу якості на підприємствах автомобільного транспорту відповідно до міжнародних стандартів і ДСТУ є [2]:

- контроль за основними процесами виробництва та результативністю, ефективністю та якістю виробництва ТО і ремонту транспортних засобів;
- визначення факторів, що впливають на результативність, ефективність та якість виробництва ТО і ремонту ТЗ;
- розробка системи стратегічних і тактичних цілей підприємства;
- розробка системи показників для моніторингу, вивчення і аналізу формування ринку та очікувань споживачів;
- розробка методів та методик прогнозування, планування та проектування послуг з ТО і ремонту ТЗ;
- формування і забезпечення функціонування організаційної структури моніторингу ефективності та якості процесів і послуг;
- контроль за своєчасністю забезпечення якісними ресурсами, необхідними для виконання ТО і ремонту транспортних засобів;
- аналіз і підвищення рівня мотивації і кваліфікації працівників підприємства;
- оцінка рівня і пошук шляхів залучення працівників підприємства до підвищення якості послуг;
- аналіз, пошук, розробка і впровадження нових методів, методик, рішень і технологій, загального підвищення рівня виробництва ТО і ремонту;
- забезпечення системи управління підприємства нормативною та довідковою інформацією.

Література

1. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О. П. Глудкин, Н. М. Горбунов, А. И. Гуров, Ю. В. Зорин. Под ред. О. П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.: ил.
2. Волгин В. В. Автосервис. Маркетинг и анализ: Практическое пособие. — 2-е изд., изм. и доп. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2005. — 496 с.,

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ РИНКУ ПОСЛУГ ТО та РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

При моніторингу важливо знати і досліджувати фактори, що впливають на формування ринку послуг з ТО і ремонту транспортних засобів та очікування споживачів послуг.

Усі фактори, що впливають на формування ринку послуг і очікування споживачів послуг з ТО і ремонту можна поділити за місцем формування на дві групи (рис. 1) [1, 2]: фактори зовнішнього і внутрішнього середовища відносно підприємства.

На зовнішні фактори підприємства не можуть впливати, їх необхідно обов'язково враховувати, при необхідності пом'якшувати їх негативний і максимально використовувати їх позитивний вплив. Ці фактори в значній мірі формують очікування споживачів.

Фактори внутрішнього середовища підприємства не тільки впливають на очікування споживачів, але й залежать від них.

Моніторинг ефективності і якості виробництва послуг з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів передбачає обов'язковий аналіз наведених факторів з метою визначення їх впливу і врахування при корегуванні процесів за результатами моніторингу.

Вивчення і врахування умов функціонування транспортних засобів необхідне для планування режимів і процесів ТО і ремонту на автотранспортних підприємствах і прогнозування та планування обсягів та номенклатури послуг на автосервісних підприємствах. При цьому вивчаються впливи дорожніх, кліматичних, транспортних, сезонних умов експлуатації.

Рівень фінансового, трудового ринків та ринку матеріальних ресурсів в країні і регіоні необхідно оцінювати регулярно з метою визначення можливості і доцільності залучення додаткових ресурсів, розвитку виробничих процесів, укладання та уточнення договорів на технічне обслуговування та ремонт тощо.

Об'єктом моніторингу повинні бути довготермінові зв'язки підприємства з можливими інвесторами, органами державного управління. Необхідно постійно оновлювати інформацію про ринок фінансів, праці, їх динаміку. Визначати можливість розвитку виробництва за рахунок залучення додаткових ресурсів.

Визначення рівня розвинутості мережі підприємств з ТО і ремонту автомобілів необхідне для уточнення номенклатури послуг, розробки стратегії та програм розвитку виробничого процесу підприємства.

Важливим завданням моніторингу є встановлення зв'язків з виробниками транспортних засобів та матеріальних ресурсів, постійне стеження за розвитком технологій, появою нових нормативів функціонування, технологічного

устаткування і матеріалів з метою відповідного техніко-технологічного розвитку.

Транспортна рухливість населення, середньорічні пробіги транспортних засобів та платоспроможність споживачів є основою для складання річних і квартальних планів та виробничих програм підприємства з технічного обслуговування та ремонту, встановлення обґрунтованих і корегування існуючих цін на послуги.

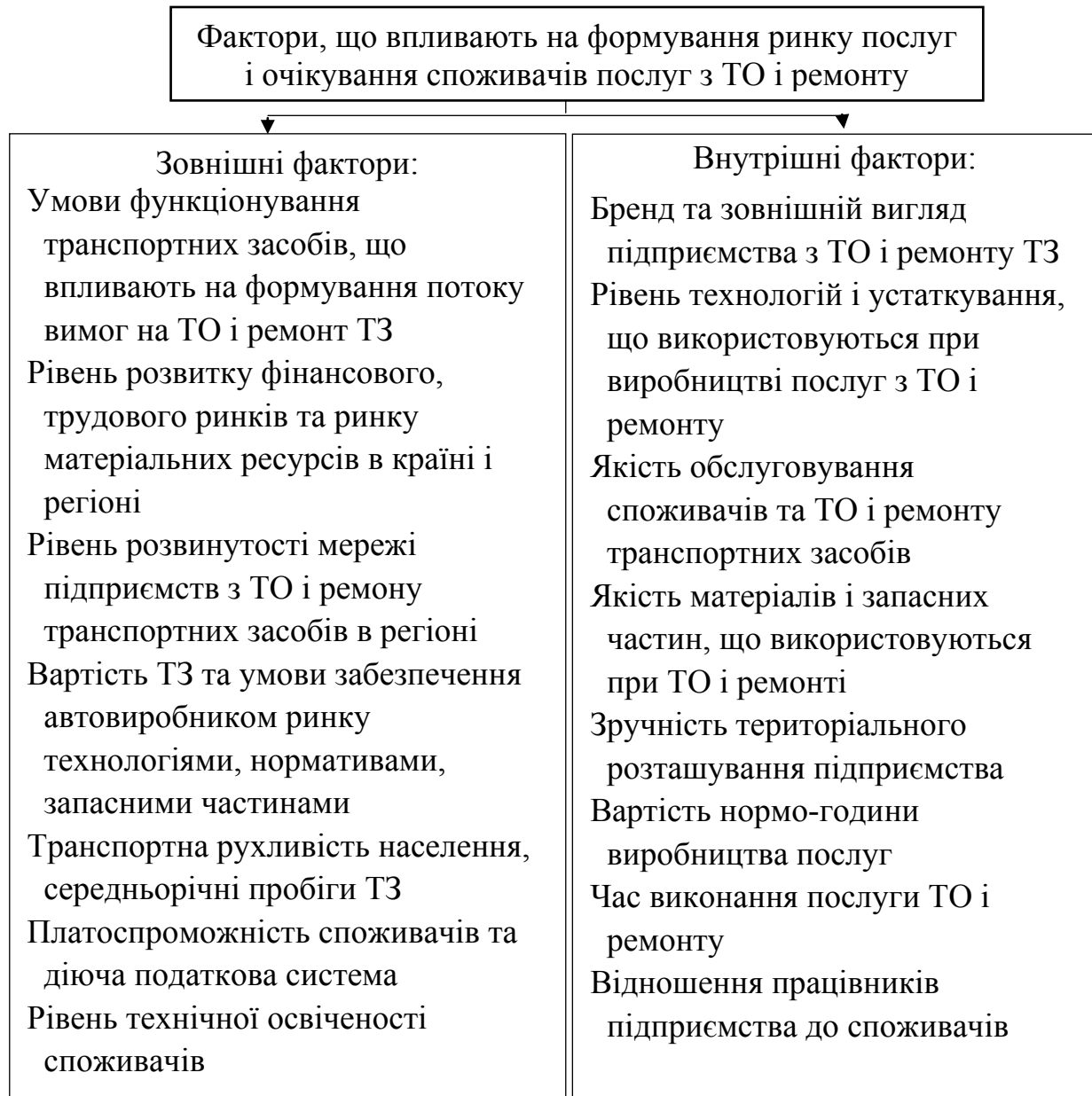


Рисунок 1 – Фактори, що формують ринок послуг

Пропорційними рівню технічної освіченості споживачів завжди є очікування споживачів. Освітченість показує, наскільки власники транспортних засобів знають особливості конструкції, процеси, що протікають в агрегатах, вимоги до проведення робіт технічного обслуговування та ремонту.

Важливим є і врахування внутрішніх факторів:

Бренд та зовнішній вигляд підприємства являють собою сукупність досвіду користування послугами підприємств і уявлень споживача про взаємодії з виробниками. Бренд необхідно розвивати і популяризувати. Зовнішній вигляд підприємства характеризується технічним станом, дизайном, оформленням будівель, приміщень, територій, зовнішнім виглядом і сучасністю технологічного устаткування.

Рівень технологій і устаткування, що використовуються при виробництві послуг з ТО і ремонту підлягає моніторингу і перевірці на відповідність в першу чергу на глобальному рівні. Важливою при моніторингу є оцінка рівня техніко-технологічного забезпечення підприємства, відповідність його кращим зразкам, досягнутим в галузі.

Якість матеріалів і запасних частин та якість ТО і ремонту транспортних засобів – це фактор, який характеризує безпосередній вплив працівників автосервісу на технічний стан автомобіля. Даний фактор складно оцінити власнику автомобіля. Він проявиться пізніше в істотному зниженні ресурсу вузлів і агрегатів.

Вартість нормо-години виробництва послуг, час виконання послуги ТО і ремонту ТЗ, рівень обслуговування споживачів є значимими для споживачів. Важливим є своєчасно встановити за результатами моніторингу прийнятні для обох сторін ціни на послуги, використати всі можливості для зменшення часу обслуговування, забезпечити якісне обслуговування самих споживачів.

Склад факторів не є постійним. Можуть з'являтися нові фактори. Крім того значимість факторів постійно змінюється зі змінами демографічної, економічної і інших ситуацій в країні і в регіоні, стану обраного сегмента ринку послуг. Для визначення основних впливових факторів і рівня їх впливу необхідно періодично проводити моніторинг ситуації в регіоні розташування підприємства. Методами моніторингу можуть бути опитування експертів і споживачів, мозкові штурми з залученням фахівців автомобільного транспорту підприємства і незалежних експертів, пошукових досліджень тощо.

Система моніторингу повинна передбачати проведення досліджень для визначення оцінки важливості факторів впливу на формування ринку послуг, очікувань споживачів, ринку ресурсів з метою визначення і врахування найбільш впливових.

Література

1. Волгин В.В. АВТОСЕРВИС. Организация, управление, анализ. – М.: ИТК «Дашков и Ко», 2005. – 356 с.
2. Теоретические и методологические основы оценки качества сервиса на автомобильном транспорте: автореф. дис. канд. эк. наук: 08.00.05 / В. Н. Белобжецкий. – М., 2012. – 17 с.

Мисюра Микола Ілліч, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 957nim@gmail.com
Орчіков Роман Сергійович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ ДОРОЖНІХ ВИПРОБУВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ

Для відпрацювання методики визначення технічного стану автомобілів доступної для рядового водія необхідно вибрати конкретний автомобіль та визначити його техніко-експлуатаційні характеристики.

Методика перевірки тягових та швидкісних властивостей автомобіля за часом розгону та вибігу, доступна рядовому користувачеві і виконується без складного обладнання, та нормативи перевірних параметрів;

- значення ряду показників автомобіля Renault Kangoo, не указаних в літературі.

Запропоновано метод дорожньої перевірки тягових властивостей автомобіля за часом розгону та вибігу. Розраховано контрольні значення цих показників для автомобіля Renault Kangoo з двигуном 1,5 дизельним (Рис. 1) та шинами Continental VancoContact 2 195/65 R15 95T.[2]

Під дією різних факторів функціональні можливості автотранспортного засобу (АТЗ) у процесі експлуатації погіршуються – зменшується потужність та досяжна швидкість, збільшується витрата палива та гальмівний шлях тощо. У зв'язку з цим слід проводити періодичні перевірки АТЗ (контролювати стан).



Рисунок 1 – Автомобіль Renault Kangoo – загальний вигляд

Через це водій мусить оцінювати технічний стан свого силового агрегату за власними відчуттями («щось вона гірше тягне останнім часом»). Відчути втрату потужності він може, коли вона стає добре помітною, тобто набагато перебільшує припустиму (відомі випадки, коли водій починав скаржитися на стан двигуна, коли тягова потужність спадала удвічі і навіть утричі).

У таких умовах виникає необхідність запропонувати користувачам автомобілів простий метод перевірки тягових властивостей без стаціонарного діагностичного устаткування, тобто безпосередньо на дорозі, доступний для

реалізації будь-яким водієм, але все ж таки досить точний, щоб вчасно виявити втрату тягової сили.

В цілому описаний метод [1] не є принципово новим. Ми ж рекомендуємо вимірювати не шлях, а час зміння швидкості – це набагато простіше і може виконуватися за допомогою звичайних побутових пристроїв, наприклад, секундоміра з пам'яттю, вбудованого у мобільний телефон.

За результатами обробки дорожніх випробувань за допомогою Excel були отримані необхідні нам графічно дані. Приклади цих результатів наведені на рисунках 2 – 3.

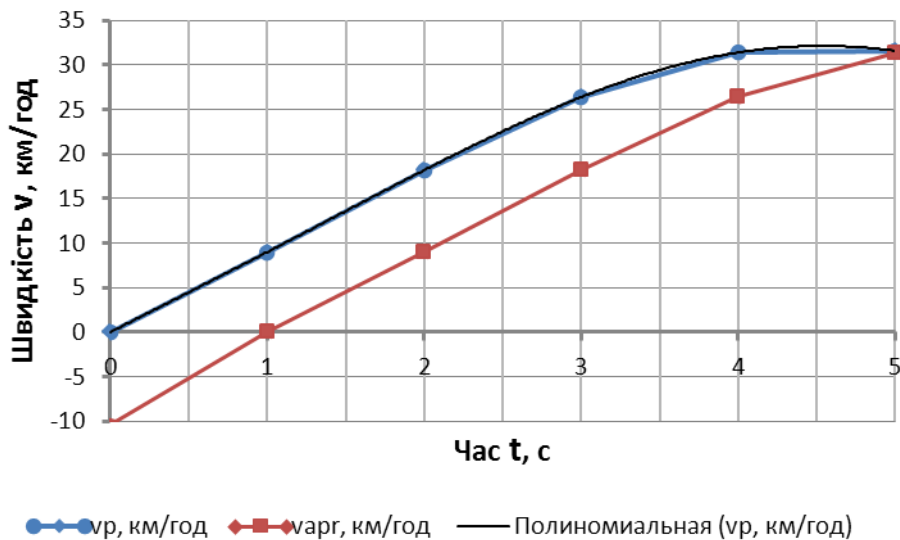


Рисунок 2 – Залежність швидкості розгону автомобіля від часу на першій передачі при русі на підйом.

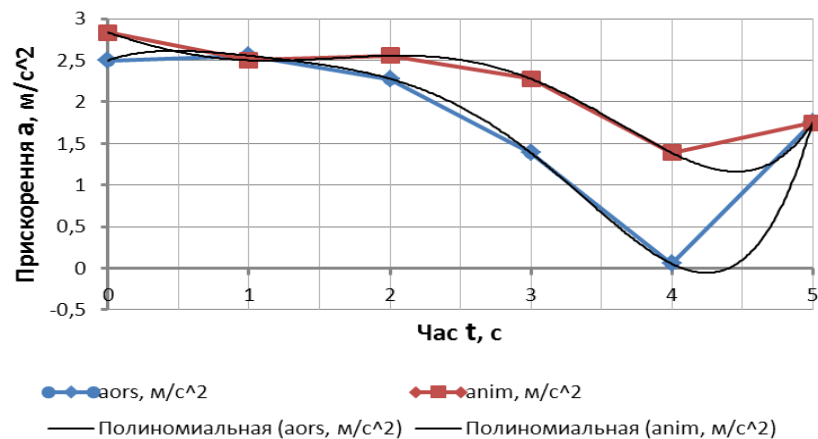


Рисунок 3 – Залежність прискорення розгону автомобіля від часу на першій передачі при русі на підйом.

Отримані результати в подальшому будуть застосовані для отримання показників, що характеризують технічний стан автомобіля.

Література

1. Краткий автомобильный справочник. / А.М. Понизовский, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов и др. – М.: АО «ТРАНСКОСАЛТИНГ», НИИАТ, 1994. – 779 с.
2. <https://www.renault.com.ua/>

Мисюра Микола Ілліч, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 957nim@gmail.com

Фідря Антон Павлович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОРОЖНІ ВИПРОБУВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДАНИХ ЩОДО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ RENAULT KANGOO

При проведенні дорожніх випробувань автомобіля є можливість руху з різними швидкостями на різних передачах. Запропоновано метод дорожньої перевірки швидкісних властивостей автомобіля за часом розгону та вибігу.

Розраховано контрольні значення цих показників для автомобіля Renault Kangoo з двигуном 1,5 дизельним та шинами Continental VancoContact 2 195/65 R15 95T. [2,3]

Під дією різних факторів функціональні можливості автомобіля у процесі експлуатації погіршуються – зменшується досяжна швидкість, збільшується витрата палива тощо. У зв'язку з цим слід проводити періодичні перевірки АТЗ (контролювати стан). Контроль технічного стану ми пропонуємо на першій передачі в діапазоні зміни обертів від 1000 до 4000 хв^{-1} .

В цілому описаний метод [1] не є принципово новим, його неодноразово намагалися використати дослідники у різних країнах і нарешті відмовилися через невелику точність і складність вимірювання шляху вибігу або розгону – але у полігонних випробуваннях цей метод застосовується досить широко, хоча потребує складної і дорогої апаратури. Ми ж рекомендуємо вимірювати не шлях, а час змінення швидкості – це набагато простіше і може виконуватися за допомогою звичайних побутових пристроїв, наприклад, секундоміра з пам'яттю, вбудованого у мобільний телефон.

За результатами обробки дорожніх випробувань за допомогою Excel були отримані необхідні нам графічно дані. Приклади цих результатів наведені на рисунках 1-3.

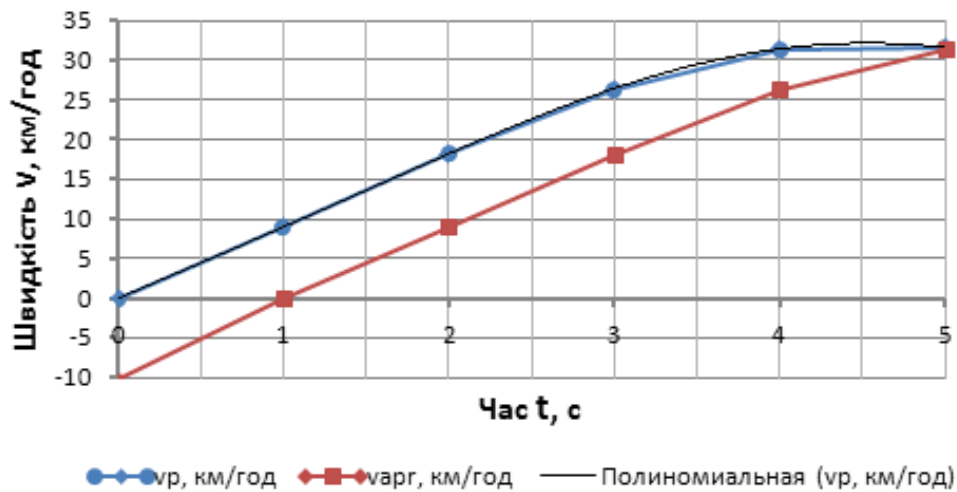


Рисунок 1 – Залежність швидкості розгону автомобіля від часу на першій передачі при русі на Південь.

Рівняння залежності швидкості від часу, яке представлене у вигляді полінома 6-го ступеня:

$$y = 0,013333333309x^5 - 0,241666666203x^4 + 1,349999997066x^3 - 3,158333327156x^2 + 12,236666671000x - 10,200000054203$$

$$R^2 = 0,999999995501$$

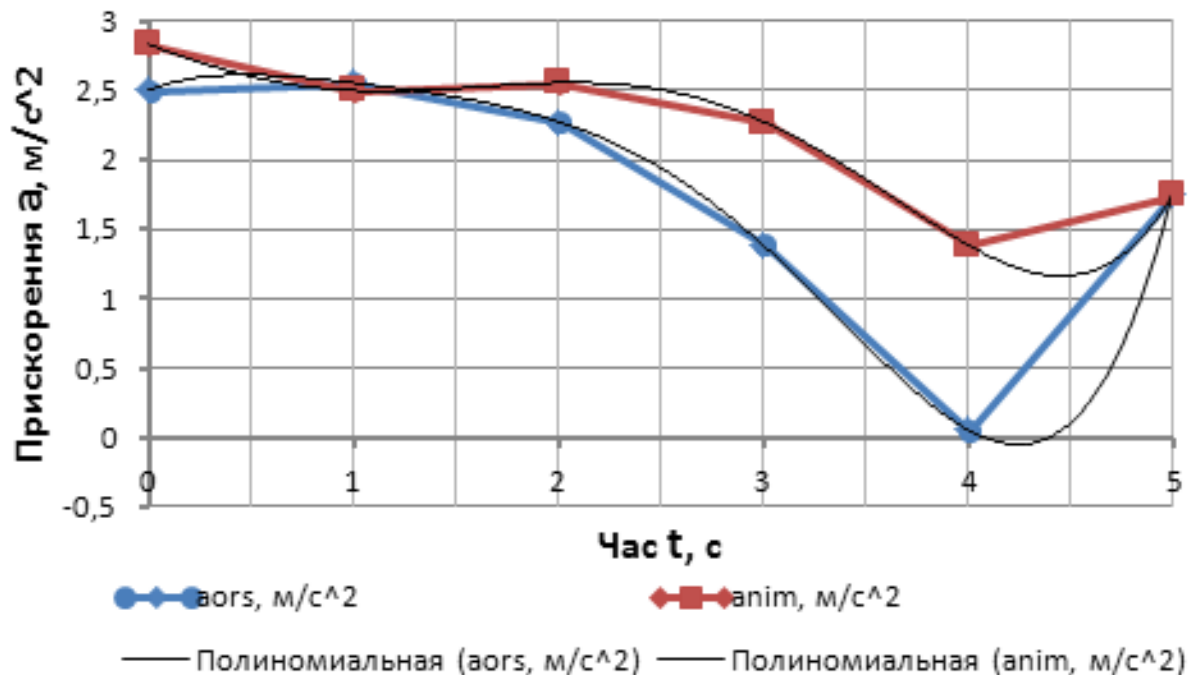


Рисунок 2 – Залежність прискорення розгону автомобіля від часу на першій передачі при русі на Південь (підйом)

Рівняння залежності прискорення від часу, яке представлене у вигляді полінома 6-го ступеня (спосіб №1: побудова прискорення за результатами експерименту на дорозі):

$$y = 0,023888888863x^5 - 0,339814814346x^4 + 1,799074071001x^3 - 4,615740731533x^2 + 5,665925914000x - 0,033333329935$$

$$R^2 = 0,999999998207$$

Рівняння залежності прискорення від часу, яке представлено у вигляді полінома 6-го ступеня (спосіб №2: побудова прискорення за апроксимованою швидкістю):

$$y = 0,014074074037x^5 - 0,192592592030x^4 + 0,890740737712x^3 - 1,601851844956x^2 + 0,689629623637x + 3,033333334315$$

$$R^2 = 0,999999988420$$

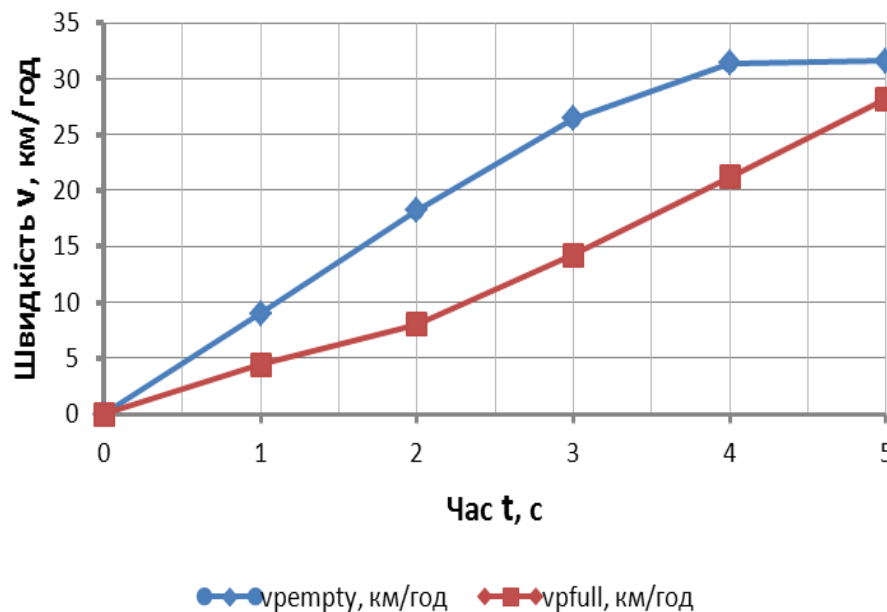


Рисунок 3 – Залежність швидкості від часу на Першій передачі при різних загрузеності автомобіля

Порівняння результатів розрахунків й експериментів показало, що запропонована методика перевірки потужності двигуна за часом розгону, а ходової частини за часом вибігу дає результати, які добре збігаються з експериментом.

Таким чином ми плануємо провести дорожні випробування на 2-й, 3-й, 4-й та 5-й передачах, що дасть змогу отримати повну картину технічного стану конкретного автомобіля.

Література

1. Краткий автомобильный справочник. / А.М. Позинковский, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов и др. – М.: АО «ТРАНСКОСАЛТИНГ», НИИАТ, 1994. – 779 с.
2. <https://www.renault.com.ua/>
3. https://tyretrader.ua/product_info/products_id_229752.html

Назаров Олександр Іванович, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, hefer64@ukr.net

Міщенко Сергій Володимирович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, SergMishchenko@ukr.net

Кошелєв Валентин Владиславович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, valikvk95@ukr.net

Мішнєв Артем Сергійович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, temka199425@gmail.com

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ВИКОНАННІ ГАЛЬМУВАНЬ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Більшість досліджень процесу гальмування автотранспортних засобів присвячена екстреним гальмуванням. Розглядаються питання не тільки досягнення максимальної ефективності гальмування, але і питання забезпечення стійкості та керованості в процесі гальмування. Результати багаторічних досліджень знайшли своє втілення в конструкціях гальмівних систем [1]. Крім антиблокувальних гальмівних систем з'явилися й принципово нові системи – системи динамічної стабілізації курсового кута автомобіля, в яких використовуються гальмівні механізми різних бортів автомобіля для створення стабілізуючих моментів. В той же час, питання, пов'язані з оцінкою безпеки використання за параметрами курсової стійкості та керованості легкових автомобілів, як при службових, так і при екстрених гальмуваннях, залишилися без уваги. Крім того, службові гальмування легкових автомобілів розглядалися в літературі лише з погляду оцінки енергонавантаження гальмівних механізмів.

Таким чином, актуальними є питання оцінки безпеки використання двовісних автомобілів за параметрами стійкості та керованості при службових і екстрених гальмуваннях не лише на прямолінійних ділянках дороги, а й криволінійних ділянках автомобільної дороги із урахуванням експлуатаційних умов.

Метою дослідження є підвищення безпеки використання легкових автомобілів шляхом врахування зміни показників стійкості й керованості двовісних автомобілів, як при службових, так і при екстрених гальмуваннях, виконуваних у різних експлуатаційних умовах.

Предметом дослідження є встановлення взаємозв'язку між кутами коливання кузова автомобіля в просторі під час гальмувань та показниками двовісного автомобіля (координати центру мас та координати миттєвого центру обертання автомобіля), котрі визначають зони безпеки їх використання, обмежені певними кривими у відповідних площинах.

Вимоги до гальмівних систем постійно зростають. Згідно [2] при екстреному гальмуванні робочою системою автотранспортних засобів категорії М1 на горизонтальній ділянці дороги з рівним, сухим і чистим

асфальтобетонним покриттям при швидкості транспортного засобу на початку гальмування 40 км/год значення гальмівного шляху і усталеного уповільнення повинні складати відповідно не більше 14,7 м і не менше 7 м/с². При цьому вимогою стандарту при випробуваннях по визначенню ефективності гальмування, встановлюється граничний кут розвороту автотранспортних засобів рівний 15°, а вимогами чинних Правил дорожнього руху – 8°, при чому автомобіль не повинен займати смугу руху більше 3,5 м.

Постає задача розробки залежності, яка б оцінювала курсову стійкість та керованість автомобіля за зміною кута повороту подовжньої, горизонтальної та поперечної осей автомобіля в певних експлуатаційних умовах. Такою залежністю може бути диференціальне рівняння повороту кузова автомобіля в відповідній площині, яке на відміну від класичної схеми гальмування на прямолінійній ділянці дороги, розглядається з припущенням, що центр мас автомобіля та його миттєвий центр обертання не співпадають (рис. 1).

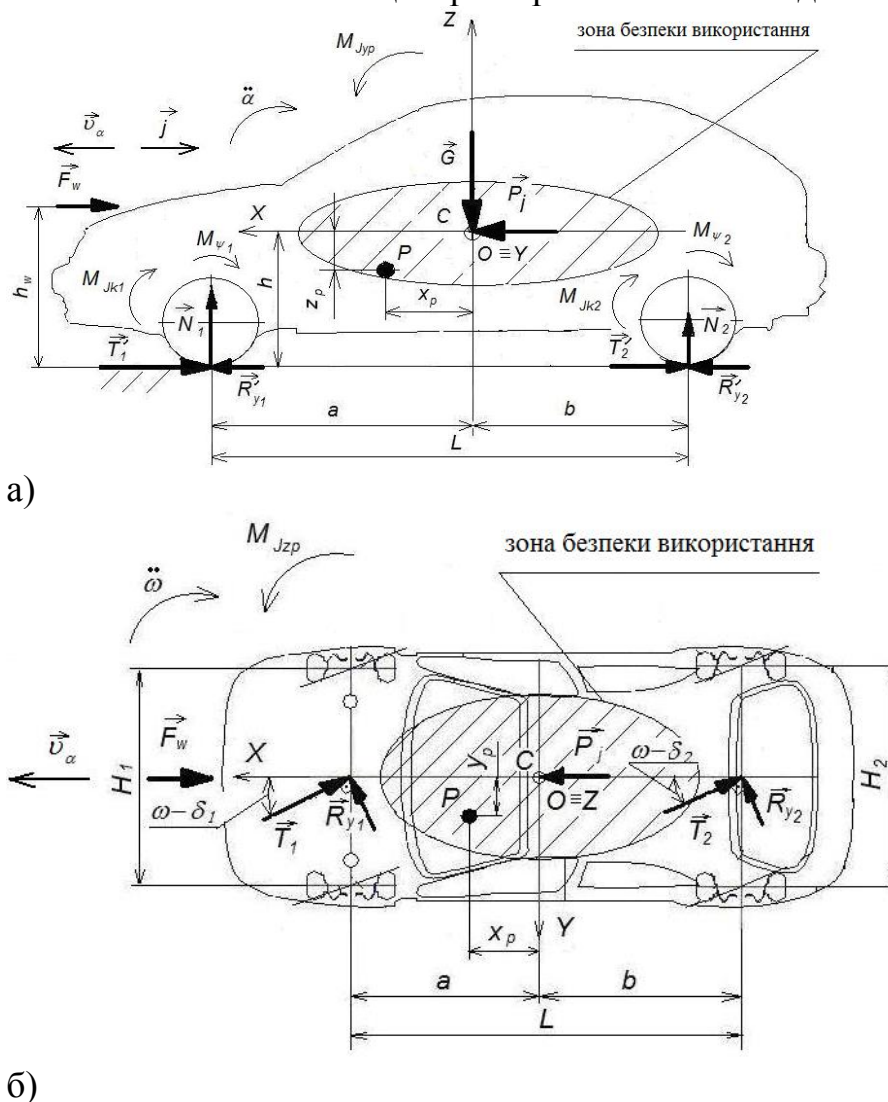


Рисунок 1 – Схеми розташування зон безпеки використання

Рівняння повороту автомобіля в подовжній площині відносно осі, що проходить через миттєвий центр обертання (див. рис. 1, а), запишеться як

$$J_{yp} \cdot \alpha'' = -P_j \cdot z_p + N_1 \cdot (a - x_p) - T_1' \cdot (h - z_p) + R_{y1} \cdot (h - z_p) - T_2' \cdot (h - z_p) + \\ + R_{y2} \cdot (h - z_p) - N_2 \cdot (b + x_p) + M_{\psi 1} + M_{\psi 2} + G \cdot x_p + F_w \cdot h_w - \sum_{i=1}^2 M_{J_{ki}}, \quad (1)$$

а в горизонтальній площині (див. рис. 1, б)

$$J_{zp} \cdot \omega'' = T_1 \cdot [y_p \cdot \cos(\omega - \delta_1) + (a - x_p) \cdot \sin(\omega - \delta_1)] + \\ + T_2 \cdot [y_p \cdot \cos(\omega - \delta_2) - (b + x_p) \cdot \sin(\omega - \delta_2)] + \\ + R_{y1} \cdot [(a - x_p) \cdot \cos(\omega - \delta_1) - y_p \cdot \sin(\omega - \delta_1)] + \\ + R_{y2} \cdot [y_p \cdot \sin(\omega - \delta_2) - (b + x_p) \cdot \cos(\omega - \delta_2)] + y_p \cdot (F_w - P_j), \quad (2)$$

де J_{zp} – момент інерції перерізу автомобіля в горизонтальній площині щодо осі, що проходить через миттєвий центр обертання (точка Р);

ω – кут відхилення подовжньої осі автомобіля від напрямку руху в початковий момент гальмування;

T_1, T_2 – гальмівна сила відповідно на передній і задній осі автомобіля;

y_p, x_p – координати миттєвого центру обертання автомобіля на горизонтальній проекції;

δ_1, δ_2 – кути уводу коліс відповідно на передній і задній осі;

R_{y1}, R_{y2} – бічна реакція на колесах передньої та задньої осі автомобіля;

a, b – координати центру мас автомобіля;

P_j – інерційна сила автомобіля;

F_w – аеродинамічна сила лобового опору руху автомобіля.

Звідки після перетворень одержимо в скороченому вигляді диференціальні рівняння:

– у подовжній площині (див. рис. 1, а)

$$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} = \frac{M \cdot g}{J_{yp}} \cdot [\beta \cdot K_1 + (1 - \beta) \cdot K_2 + K_3], \quad (4)$$

– у горизонтальній площині (див. рис. 1, б)

$$\frac{d^2 \omega}{dt^2} = \frac{M \cdot g}{J_{zp}} \cdot [\beta \cdot K_4 + (1 - \beta) \cdot K_5 + K_6], \quad (5)$$

де β – коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями;

K_1, K_2, K_3 – співвідношення параметрів залежності (1);

K_4, K_5, K_6 – співвідношення параметрів залежності (2).

У результаті рішення одержаних диференціальних рівнянь отримаємо рівняння кривих, які обмежують площини, утворюючи зони безпеки використання автомобілів за даних експлуатаційних умов.

Література

1. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств / [Туренко А.Н., Богомолов В.А., Клименко В.И. и др.]. – Харьков: Изд-во ХНАДУ (ХАДИ), 2002. – 400 с.

2. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання (БЗ №11-12-2010/436): ДСТУ 3649: 2010. – Офіц. вид. – [Чинний від 28.11.2010]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 26 с. – (Національний стандарт України).

Павленко В'ячеслав Миколайович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vp.khadi@gmail.com

Калашніков Євген Валерійович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, kalashnikov0911@gmail.com

ОНТОЛОГІЇ ІНТЕГРОВАНОГО ПРОСТОРУ БАЗИ ЗНАНЬ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО СЕРВІСУ

Проектування баз даних та баз знань – область штучного інтелекту, що постійно розвивається та вивчає питання побудови і застосування систем, заснованих на знаннях. Вони не тільки можуть накопичувати і передавати знання фахівцям, але і вступати в діалог, пояснюючи отримані висновки. Такі системи знання називають онтологіями.

Саме поняття «онтологія» є специфічним, формальним поданням розподіленої концептуалізації проблемної сфери, де під «концептуальною» моделлю мається на увазі абстрактна модель, що описує її систему понять. Під «розподіленою» мається на увазі погоджене розуміння концептуальної моделі певною спільнотою (групою людей); «специфічне» – опис системи понять в явному вигляді; «формальна» означає, що концептуальна модель представляється у машинному вигляді.

Використання онтологій в автомобільній сфері є дуже актуальним, тому що це є упорядкуванням усіх даних та знань автомобільного сервісу, і як результат створення баз знань з описом класів. Онтологія описує основні концепції (положення) предметної області і визначає відносини між ними.

Процес побудови онтології включає наступні етапи [1] наведено на рис. 1.

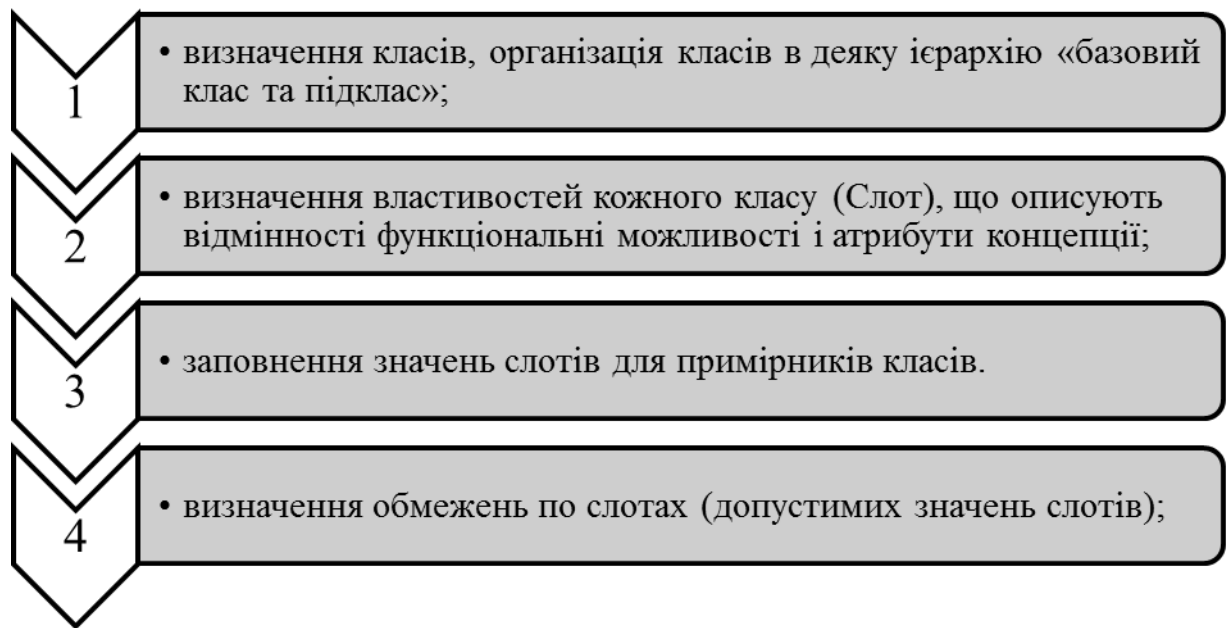


Рисунок 1 – Етапи створення онтологій

Чому виникає необхідність в розробці онтологій:

- потреба спільного використання людьми або програмними агентами загального розуміння структури інформації;
- потреба повторного використання знань в предметній області;
- потреба робити припущення в предметній області явними;
- вимога відділення знань в предметній області від оперативних знань;
- вимога аналізу знань предметної області.

Для будь-якої предметної області може існувати незліченна кількість онтологій, оскільки кожна нова онтологія – це всього лише ще один із способів структурування концепцій і відносин між ними. При правильному моделюванні, онтологія представлена пропозиціями, де об'єкти є транспортні засоби, а відносини – процеси моніторингу та технічного контролю транспортного засобу з подальшим його обслуговуванням в автосервісі.

Основною метою роботи є визначення можливості застосування онтологій для автомобільної галузі, а саме інтегрованого простору бази знань для автомобільного сервісу.

На основі відомих досліджень, найбільш трудомістким і в той же час найвідповідальнішим етапом розробки інтелектуальної системи є побудова її бази знань [2], яка, в кінцевому результаті, визначає корисність і якість всієї системи. У зв'язку з цим вирішальну роль грають моделі і методи представлення і обробки знань, а також побудовані на їх основі інструментальні засоби і технології розробки. В рамках робіт зі штучного інтелекту накопичено широкий спектр моделей, методів і засобів представлення та обробки знань.

Важливою вимогою до обробки знань і побудованим на їх основі технологій є те, що можливості подання та обробки знань повинні володіти виразною силою і гнучкістю, бути зрозумілими і простими у використанні як для інженерів знань – фахівців за поданням знань, так і для експертів – фахівців

в конкретних предметних областях (в нашому випадку це автомобільний сервіс) [3]. Такий ефект може бути досягнутий тільки тоді, коли всі необхідні методи і засоби подання знань будуть об'єднані в одному формалізмі (моделлю і/або мовою). Така інтеграція не тільки створює передумови для побудови потужних баз знань (за рахунок спільного використання різних взаємодоповнюючих один одного методів і засобів), а й забезпечує концептуальну єдність створюваних баз знань (всі компоненти бази стають пов'язаними загальними поняттями).

На основі такого формалізму можуть бути створені інструментальні засоби, за допомогою яких експерти зможуть самі будувати базу знань в повному обсязі, не вдаючись до допомоги посередників – інженерів знань і програмістів. Завдяки цьому значно спрощується розробка бази знань і підвищується її якість. Крім того, інтеграція всіх необхідних засобів в рамках однієї моделі (мови) створює передумови для розробки на її основі ефективних прикладів, так як усуваються неминучі витрати ресурсів на організацію взаємодії програмних систем, що реалізують окремі методи і засоби представлення знань.

У випадку створення бази знань для допомоги при технічному обслуговуванні в автомобільному сервісі, процес створення буде мати поетапний характер, який передбачає еволюцію інформації від свого початкового формату в онтологію (рис. 1), так як онтологія має термінологічний характер.

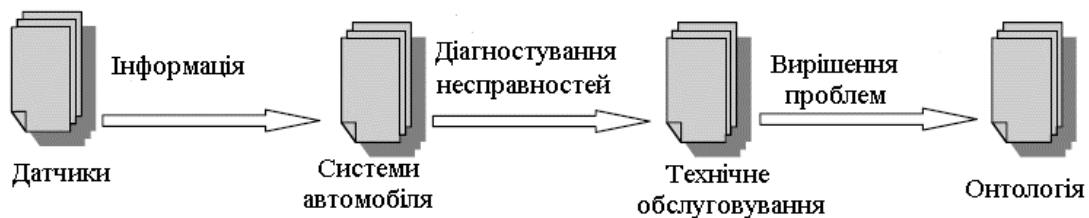


Рисунок 1 – Послідовність створення онтології для технічного обслуговування

Щоб уникнути зайвих визначень і можливих невідповідностей, посилання повинні бути реалізовані між онтологіями, розробленими з інформації, яка включає загальні поняття.

Онтологія при своєму розвитку передбачає можливість для інтеграції з іншими онтологіями, які будуть розроблені в майбутньому. Необхідність інтеграції технічних даних у єдину структуру з універсальними механізмами навігації є викликом часу. Наразі вже напрацьовано велику кількість електронних ресурсів, які охоплюють проблемну сферу.

Найбільш прийнятним механізмом об'єднання різноманітних ресурсів у єдину структуру є створення онтологічної структури знань на основі єдиної термінології. Доцільно спеціалізована технічна інформація і каталоги через

додавання зв'язків між термінами перетворити на онтологію через нескладну послідовну процедуру. Це дасть можливість уніфікованого пошуку і спрощеного доступу у такій структурі знань.

Після виконаної роботи стало зрозуміло, що застосування онтологій для автомобільної галузі, а саме інтегрованого простору бази знань для автомобільного сервісу та технологія побудови інтелектуальних систем, орієнтована на експертів. В якості базису представлення знань в інтелектуальній системі слід застосовувати моделі, що інтегрують взаємодоповнюючі один одного методи і засоби представлення та обробки знань онтології.

Література

1. Жданова Е.И. Проектирование баз данных и баз знаний. / Е.И. Жданова, Ю.В. Трошин, Р.Р. Халимов // Самара, БУВПО ПГУТИ, 2011. – 81 с.
2. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский // СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
3. Загорулько Ю.А. Семантическая технология разработки интеллектуальных систем, ориентированная на экспертов предметной области. / Ю.А. Загорулько.: Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем, 2013. – С. 31-42.

Павленко В'ячеслав Миколайович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vp.khadi@gmail.com

Свіріна Юлія Юріївна, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yuliia.svirina@gmail.com

МУЛЬТИАГЕНТНИЙ ПІДХІД ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Автомобіль – достатньо складна електротехнічна система, яка потребує постійної уваги та догляду. Якість їзди залежить від технічного стану транспортного засобу. Приділяючи увагу автомобілю і ремонтуючи його за ступенем необхідності, власник знижує ризик появи поломки. Таким чином, своєчасне попередження та усунення неполадок дозволяє підвищити надійність та безпеку автомобіля. На відміну від автомобілів, які випускалися кілька десятиріч тому, сучасні транспортні засоби є набагато складнішими [1].

Велика кількість функціоналу, в тому числі електронного, підвищує ризик пошкоджень в тому чи іншому вузлі. Багато функцій у автомобілі є незамінними для їзди, а їх вихід зі строю може доставити водієві та пасажиром проблеми. Для того, щоб виявити несправність в автомобілі, необхідно розуміти пристрій електроніки та використовувати спеціальне обладнання [2]. В іншому випадку процедура займає багато часу, а водій не зможе гарантувати визначення усіх поломок.

Процедура виявлення несправностей у автомобілі та встановлення причин, за якими вони виникли, завжди була нелегкою і тривалою процедурою. Крім того, вона не мала гарантій – діагностика не завжди виходила з першого разу, а її точність залишала бажати кращого. Використання комп'ютерів у автомобільній діагностиці дозволило зробити процес набагато легшим, точним і швидким. Та все ж, коли ми кажемо про комп'ютерну діагностику, ми враховуємо багато «але». Погрішність, поганий зв'язок з одним із датчиків, недосконалість програмного забезпечення можуть привести до неправдивої діагностики та поставити автомобіль під загрозу. Тому для усунення цих «але» з'являється мультиагентний підхід.

В основі мультиагентного підходу лежить поняття мобільного програмного агента [3], який являє собою комп'ютерну програму або елемент штучного інтелекту. Задача агента – самостійно вітворювати те, що зазвичай робить людина, тобто повністю автоматизувати діагностування автомобіля та при будь-якій знайденій несправності самостійно знайти шлях для її вирішення.

Агент має здатність повністю функціонувати без втручання будь-кого з зовні та здійснювати контроль внутрішнього стану та своїх дій. Відміною від деяких адаптивних систем у агента є здатність до навчання та міркувань. Тому під час змін у зовнішньому середовищі він зможе поповнювати свої базові знання, що допоможе у подальшому більш якісно знаходити рішення для проблем та матиме більше альтернативних варіантів, якщо один із них не спрацює. Один із варіантів структури типового агента представлено на рис. 1.

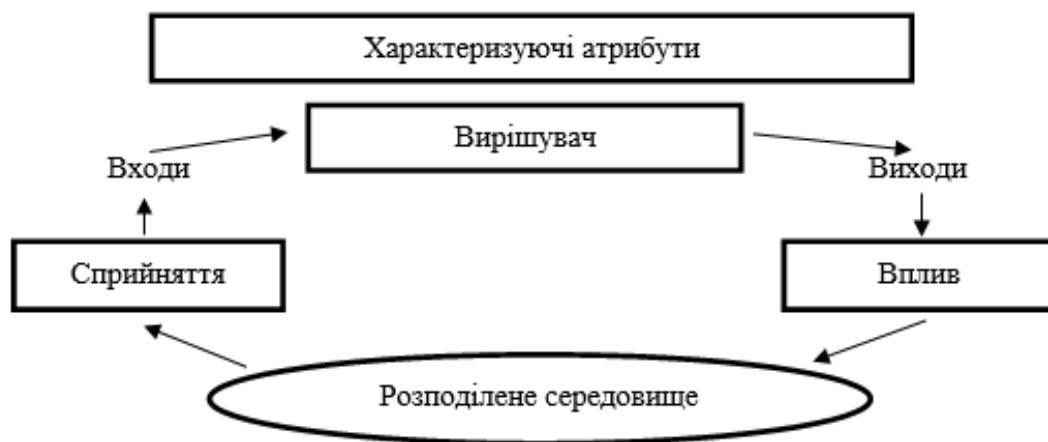


Рисунок 1 – Структура типового агента

Мультиагентний підхід включає в себе не тільки виконання дій одного агента, а й взаємозв'язок між агентами у мережі. Такий спосіб допомагає розподіляти обов'язки між агентами та скоротити час для діагностування та обслуговування автомобіля. Це ідеальний спосіб відтворити систему, яка автоматизує інтелект та зможе досягати більш детального пошуку несправностей автомобіля.

Створення мультиагентних технологій при обслуговуванні автомобіля не тільки зробить його менш проблематичним під час діагностування

«власноруч», але і забезпечить сучасний автомобіль від зносу, попередити поломки автомобіля на ходу, а в автомобільній галузі зробити новий крок у розвитку електронних систем.

Підсумовуючі актуальність затронутого питання стосовно створення нової технології сервісного обслуговування, який полягає в розробці комплексу дистанційної діагностики електронних систем автомобіля, в першу чергу слід зупинитися на таких питаннях: узагальнення теоретичного підходу щодо сутнісної характеристики, видів та етапів здійснення інноваційного процесу організації технічного обслуговування; розробити методичні підходи до оцінки показників інноваційного сервісного обслуговування; обґрунтувати вплив мультиагентного підходу на етапі розвитку в автомобільній галузі; визначити напрями вдосконалення організації технології інноваційного сервісного обслуговування; розробити практичні рекомендації щодо напрямів активізації інноваційного сервісного обслуговування.

Література

1. Волков Ю.В. Ретроспективный анализ и перспективы развития технической эксплуатации автомобилей / Ю.В. Волков // Вестник ХНАДУ. – 2015. – №71. – С. 30 – 35.
2. Інтелектуальні системи моніторингу транспорту / Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б. та ін. – Харків: Вид-во НТМТ, 2015. – 246 с.
3. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. / M. Wooldridge – Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 2002. – 348 p.

Погорлецький Д.С., Херсонська державна морська академія, старший викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок м. Херсон, Україна, dimon150582@gmail.com

Грицук І.В., доктор технічних наук, професор, Херсонська державна морська академія, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, м. Херсон, Україна, gritsuk_iv@ukr.net

Володарець М. В., к.т.н., ст. вик, Український державний університет залізничного транспорту м. Харків, Україна, volodarets.nikita@yandex.ru

Худяков І.В., асистент., Херсонська державна морська академія, завідувач лабораторії кафедри експлуатації суднових енергетичних установок м. Херсон, Україна, Igor.khudiakov563@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ МОТОРНОЇ УСТАНОВКИ З ЗАСОБАМИ МОНІТОРИНГУ НА БАЗІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ, ПЕРЕОБЛАДНАНОГО НА ЖИВЛЕННЯ ЗРІДЖЕНИМ ГАЗОВИМ ПАЛИВОМ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У статті описано особливості створення моторної установки для дослідження теплових режимів роботи двигуна транспортного засобу,

обладнаного системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS. Розглянуто і обґрунтовано схему інформаційного обміну між елементами системи вимірювань і склад вимірювального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу, обладнаного системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS. Вимірювальний комплекс дозволяє проводити дистанційну оцінку параметрів теплової підготовки двигуна в структурі інтелектуальних транспортних систем.

Ключові слова: транспортний засіб, випробування, двигун внутрішнього згорання, вимірювальний комплекс, система моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу.

Актуальність проблеми:

Ефективність функціонування транспортних засобів (ТЗ), як складної технічної системи, залежить від його технічного стану [1]. У зв'язку з цим виникає потреба визначення його технічного стану і керування ним в умовах експлуатації на основі даних, отриманих в процесах моніторингу та при прогнозуванні основних його параметрів. Моніторинг процесів прогрівання двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), працюючого на зрідженому газовому паливі, має суттєві складності тому, що потребує формування вимірювального комплексу на основі ТЗ. Ефективність роботи вимірювального комплексу при використанні в ТЗ напряду залежить від своєчасності і контрольованості теплових процесів, що потребує наявності моніторингу параметрів роботи ДВЗ. Для цього доцільно враховувати інформацію системи OBD (On Board Diagnostic), зокрема інформацію, отриману скануванням пам'яті електронного блоку керування (ЕБК) ТЗ спеціальними технологічними засобами (за наявності) [2]. Аналіз літературних джерел показав, що дослідження структури вимірювального комплексу для моніторингу теплових режимів роботи ДВЗ транспортного засобу, обладнаного системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS не проводились і, відповідно, не розроблявся для цього дослідження вимірювальний комплекс, який забезпечує дистанційний моніторинг засобами ITS ДВЗ транспортного засобу, що й підтверджує актуальність даної роботи.

Викладення основного матеріалу:

Для дослідження температурних режимів роботи ТЗ з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива в умовах експлуатації засобами ITS потрібно вимірювати параметри технічного стану ТЗ, щонайменше в частині витрати палива, температур технологічних рідин, часу теплової підготовки, частоти обертання, швидкості і положення ТЗ. Для аналізу отриманих значень параметрів технічного стану ТЗ додатково потрібно отримати коефіцієнт надлишку повітря, температуру каталізатора, напругу на датчиках O₂ каталізатора, тиск і температуру у впускному колекторі, напругу бортової мережі - зарядки акумулятора. В частині використання системи впорскування газового палива особливо потрібна додаткова фіксація і дослідження параметрів теплоносіїв в системі охолодження двигуна ТЗ.

Проведення досліджень бензинового ТЗ, оснащеного системою впорскування газового палива, викликано особливостями процесів теплової підготовки ТЗ в період після пускового прогріву і особливостями запуску системи впорскування газу. Специфічні особливості зрідженого газового палива та конструкції газової паливної апаратури для його подачі у двигун є причиною ускладнень при запуску транспортного двигуна, який працює на зрідженому газовому паливі в умовах низьких температур навколишнього середовища.

Проаналізувавши існуючі в ТЗ засоби і методи визначення вказаних параметрів технічного стану, сучасне обладнання та інформаційні можливості ITS, авторами запропонований варіант структури моторної установки, оснащеної засобами моніторингу, для здійснення дистанційного дослідження температурних режимів роботи ДВЗ транспортного засобу, обладнаного системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS, схема розміщення додаткових датчиків контролю температури та їх взаємодії з ДВЗ, переобладнаного на живлення газовим паливом наведена на рис. 1.

В якості дослідного ТЗ було обрано KIA Ceed 2.0 5МКПП з двигуном G4GC, обладнаних газобалонним обладнанням 4-покоління у складі інжекційного газового редуктора Tomasetto AT-09 Alaska, форсунок Hana, блоку керування STAG, температура (за параметрами температури охолоджуючої рідини) запуску газової апаратури 40 °С. Система моніторингу параметрів технічного стану дослідного ТЗ включає в себе: штатні датчики транспортного двигуна і ТЗ, штатні датчики системи подачі газового палива, електронного блоку керування (ЕБК) транспортного двигуна і ЕБК системи подачі газового палива, лінії системи стандарту OBD-II, адаптер (сканер) OBD-II [3, 4, 5].

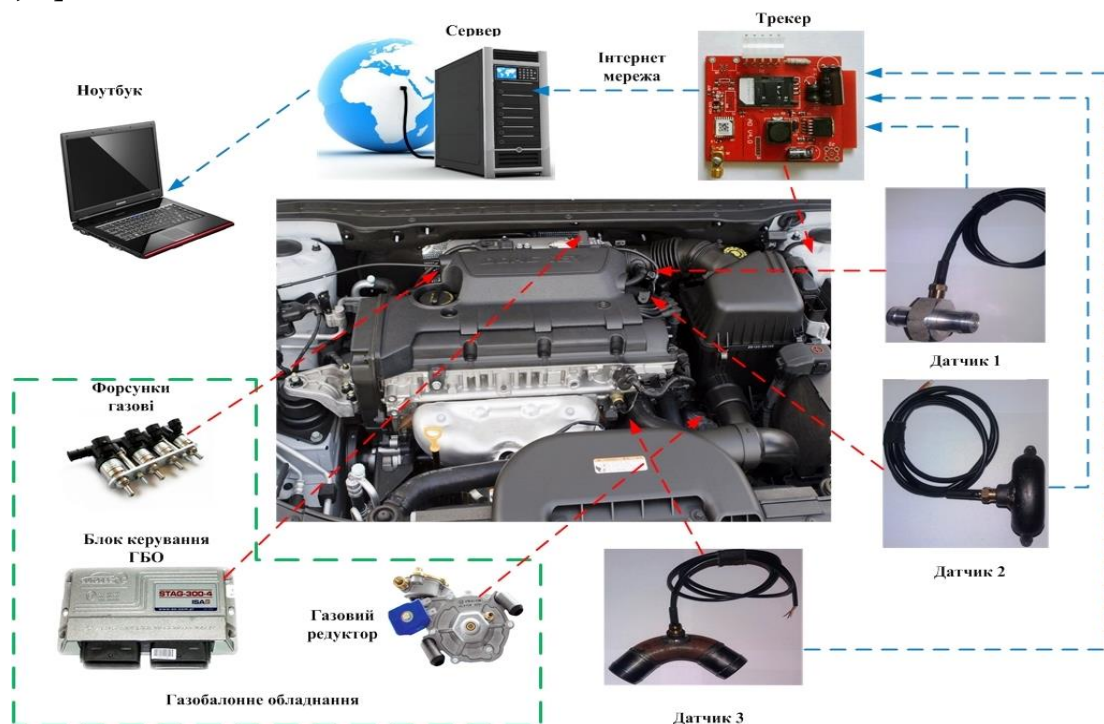


Рисунок 1 - Структурна схема

Для отримання інформації про параметри технічного стану системи охолодження двигуна ТЗ, системи подачі зрідженого палива, відбулося в ТЗ встановлення додаткових датчиків температури (рис. 1), які під'єднуються до контролеру сканеру - комунікатору (трекеру). В системі моніторингу використовувався трекер компанії «Відеокомпроекти» - це компактний ГЛОНАСС/GPS/GSM термінал призначений для визначення координат транспортного засобу і їх передачі по мережі GSM [6]. В цілому GPS термінал-трекер компанії «Відеокомпроекти» дозволяє швидко і легко визначати місце розташування віддалених рухомих об'єктів (вантажних, легкових автомобілів тощо). Основні технічні характеристики трекеру: компанії «Відеокомпроекти»: частотний діапазон, МГц - GSM850/900/1800/1900; передача даних - GPRS клас 10, SMS (текст, данні); характеристики ГЛОНАСС/GPS - NMEA, GGA, GGL, GSA, GSV, RMC, WGS-84GPS приймач: 50 каналів; Чутливість: -161 дБм; інтерфейси: 3 - цифрових входу; 5 - цифрових виходи; 1- аналоговий вхід; 1-Wire; Роз'єм для блоку живлення; SMA для зовнішньої GPS антени; живлення - +10....+30 V.

У якості датчиків температури використовувався датчик Arduino DS18B20 в водонепроникному корпусі для вимірювання температури води або інших рідин. DS18B20 - це цілий мікроконтролер, який може зберігати значення вимірювань, сигналізувати про вихід температури за встановлені межі (самі кордони ми можемо встановлювати і змінювати), міняти точність вимірювань, спосіб взаємодії з контролером і багато іншого [7]. До особливостей цифрового датчика DS18B20 відноситься: похибка вимірювання не більше 0,5 °C (для температур від -10 °C до + 95 °C), що дозволяє точно визначити значення температури; йому не потрібно додаткове калібрування; температурний діапазон вимірювань лежить в межах від -55 C до +125 °C; датчик живиться напругою від 3,3 до 5 В; можливість програмно задати максимальну роздільну здатність до 0,0625 C, найбільше дозвіл 12 біт. В якості бортового транзитного серверу СМПТС для виведення та збереження отриманої інформації може використовуватись смартфон або планшет, після встановлення на них необхідного програмного забезпечення, а також персональний комп'ютер всі ці пристрої повинні мати підключення до Інтернет мережі.

Висновок

В роботі обґрунтовано склад та структуру моторної установки обладнаної засобами моніторингу для дослідження температурних режимів роботи ДВЗ транспортного засобу, обладнаного системою впорскування газового палива з можливістю дистанційної реєстрації і виводу отриманих результатів на віддалений комп'ютер засобами ITS при проведенні експериментальних досліджень в умовах експлуатації.

Література

1. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.Ф. Гутаревич, В.Д. Александров і інш. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2015.- 314с.
2. Гутаревич Ю.Ф. Обґрунтування структури вимірювального комплексу для дослідження роботи двигуна внутрішнього згорання транспортного засобу з системою прогріву й тепловим акумулятором в процесі пуску і прогріву/Ю.Ф. Гутаревич, І.В. Грицук, Д.С. Адров, А.П. Комов, Д.М. Тріфонов // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле - та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХП». – 2014. – № 10 (1053). – с.55-62.
3. Волков В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией В.П. Волкова / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов и др. // Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013.–398 с.
4. Волков В.П., Мырхалыков Ж.У., Грицук И.В., Никонов О.Я., Сатаев М.И., Волков Ю.В., Саипов А.А. Интеллектуальные и телематические технологии на транспорте / Под ред. доктора технических наук. профессора В.П. Волкова– Шымкент: Изд-во ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2016. – 508 с.
5. Интеллектуальные системы управления работоспособностью автомобилей / В.П. Волков, В.П. Матейчик, И.В. Грицук, Ю.В. Волков / Под редакцией Волкова В.П. – Харьков: Майдан, 2016. – 504 с.
6. «Видеокомпроект». Охранные системы видеонаблюдения и спутниковой навигации. [Електроний ресурс] / Режим доступу: <http://observer.biz.ua/>. - 27.08.2018.
7. Датчик температуры Arduino DS18B20. [Електроний ресурс] / Режим доступу: <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/arduino-ds18b20/>. - 27.08.2018.

Рижова Вікторія Юріївна, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ryzhovavu@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ ПІДПРИЄМСТВ АВТОТРАНСПОРТУ

Парк обладнання великих «фірмових» СТО формується на підставі технологічних умов і рекомендацій. Провідні автовиробники в якості обов'язкової умови при створенні СТО вимагають від своїх дилерів придбання обладнання відповідно до "Каталогу дилерського обладнання", який включає перелік обладнання тих виробників, які виробляють найбільш якісні і продуктивні зразки і рекомендації щодо його вибору. Вибір здійснюється на підставі параметричних рядів устаткування для конкретної потужності виробництва послуг, вираженої, наприклад, в кількості заїздів автомобілів на ТО та ремонт протягом доби [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Сучасні підходи до визначення ефективності використання основних фондів в переважній більшості ґрунтуються на показниках, які:

- характеризують технічний стан (відтворення) основних фондів;
- узагальнюють результати використання основних фондів;

- характеризують окремі аспекти використання основних фондів (часткові).

Одним з основних результуючих показників використання основних фондів підприємств вважається фондовіддача, проте ([**Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.**] та ін.) можна зауважити, що існує тісний зв'язок між фондовіддачею та коефіцієнтом використання обладнання, який характеризує ступінь продуктивного використання активної частини виробничих основних фондів. Показник використання основних засобів як один з важливих згадують [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] як головний з таких, що впливають на фондовіддачу.

Він може розраховуватися за кількістю, часом роботи, виробничою потужністю (продуктивністю) і обсягом виробленої продукції (виконаної роботи). Недоліками усіх методів визначення коефіцієнту використання основних засобів є те, що не виділяються причини простоїв та неповного завантаження обладнання; крім того коефіцієнт використання встановленого обладнання не враховує час завантаження обладнання й час його простоїв ані для кожної одиниці, ані в цілому та не враховується ступінь завантаження обладнання за потужністю (продуктивністю). Коефіцієнт змінності роботи обладнання неприйнятний для автосервісних підприємств, т. я. їхній виробничий процес не є неперервним. Коефіцієнт використання планового фонду робочого часу обладнання (коефіцієнт екстенсивного завантаження) не враховує ступінь завантаження обладнання за продуктивністю, не виділяються причини, з яких виникають його простої або неповне завантаження. Коефіцієнт використання виробничої потужності обладнання (коефіцієнт інтенсивного навантаження) не враховує час, який працює або простоє обладнання.

В іноземних джерелах під коефіцієнтом використання обладнання розуміють перш за все і переважно коефіцієнт екстенсивного використання (напр., [6]). Головна увага при цьому приділяється втратам часу і, відповідно, обсягів виробництва товарів (послуг) внаслідок аварій, зупинок на час налагоджування обладнання, змушених знижень продуктивності, коротких зупинок на ремонті, холостої роботи обладнання, браку, стабілізаційних зупинок [7].

З метою дослідження функціонування та ефективності використання основних засобів на підприємствах автосервісу було проведено дослідження на СТО офіційного дилера офіційного дилера Nissan та BMW в Миколаєві – ТОВ «Н-Авто». За результатами розрахунків вибрано мінімальну кількість замовлень, за якими необхідно вести спостереження, при довірчій імовірності $\beta=0,85$ (при ТО та ремонті агрегатів, вузлів та систем, які не мають значного впливу на безпеку руху) і відносній помилці $\delta=0,10$. Під спостереження підпало 25 випадкових замовлень на ТО і ремонт автомобілів щороку у період 2013...2015 рр, виконаних на СТО ТОВ «Н-Авто».

Слід відмітити, що у [3] наведено нормативні значення використання обладнання автопідприємств, які були розраховані і для реального підприємства (табл. 1).

Таблиця 1.

**Коефіцієнти завантаження основного технологічного обладнання
автосервісних підприємств**

Найменування обладнання	Коефіцієнт завантаження	
	норматив	реальний
Діагностичне, контрольне, випробувальне, регулювальне, прибирально-мийне	0,5	0,27
Металообробне, розбирально-збиральне, електротехнічне	0,7	0,22

Дослідження дозволили встановити, що реальний коефіцієнти використання обладнання не відповідають нормативам у менший бік. Вважаємо, що причиною цього є недостатня якість організації виробничого процесу, а саме – наявність непродуктивних простоїв загальною тривалістю (у межах дослідження) понад 31 год. 37 хв. (21,54% загальної тривалості виробничого процесу ТО автомобілів). Причинами непродуктивних простоїв виявлено змушене зниження продуктивності, короткі зупинки під час очікування ресурсів, холосту роботу обладнання. При цьому час активного впливу майстрів на автомобілі склав 43,51%.

Використання основних засобів на підприємствах автотранспорту не відповідає вимогам нормативної документації та автовиробників. Основною причиною зниження аналітичних показників функціонування основних засобів є непродуктивні простой обладнання. Найбільш використовуваними обладнанням та інструментами на підприємствах автосервісу є підйомники та ручний інструмент, такий як ключі, викрутки. Незважаючи на значне ускладнення конструкції транспортних засобів та впровадження електроніки в них та діагностичні системи, в роботі майстра з ТО автомобілів основний час займає ручна та механізована праця, обійтися без неї на автосервісних підприємствах не уявляється можливим. Тому вважаємо за доцільне подальшу роботу щодо удосконалення механізмів нормування витрат праці та використання обладнання на підприємствах автосервісу.

Література

1. Приходько Н.І., Доніч О.В. Аналіз ефективності використання основних засобів на підприємстві // Вестник ЕИСН, «Экономические науки. Учет и аудит». – 2014. – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/13_EISN_2014/Economics/7_168837.doc.htm
2. Следь, О. М. Удосконалення системи показників оцінки оновлення основних засобів виробництва [Текст] / Олександра Миколаївна Следь // Економічний аналіз : зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол.: С. І. Шкарабан (голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2013. – Том 14. – № 3. – С. 203-210.

З. Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П., Шаша І.К., Мармут І.А., Міщенко А.В., Байцур М.В., Сараєва І.Ю. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник / Під загальною редакцією В.П. Волкова – Харків: ХНАДУ, 2010. – 556 с.

Савенок Дмитро Валерійович, к.т.н., доцент, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, optimus_27@ukr.net

Чевтаев Дмитро Володимирович, магістр, Донбаська національна академія будівництва і архітектури

АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ СТРУКТУР ПІДПРИЄМСТВ АВТОСЕРВІСУ

Інфраструктура (від лат. *infra* — «нижче», «під» та лат. *structura* — «будівля», «розташування») — сукупність споруд, будівель, систем і служб, необхідних для функціонування галузей матеріального виробництва та забезпечення умов життєдіяльності суспільства [1].

Поділяють інфраструктуру підприємства на виробничу і таку, що забезпечує виробничий процес.

Виробничою структурою підприємства автосервісу є група робочих місць, підрозділів, господарств виробничого призначення, яка здійснює обслуговування та ремонт транспортних засобів, має технологічні зв'язки і розташована на певній площі [2, 3]. Можна виділити різні структурні побудови підприємств: цехову (а), безцехову (б) (рис. 1).

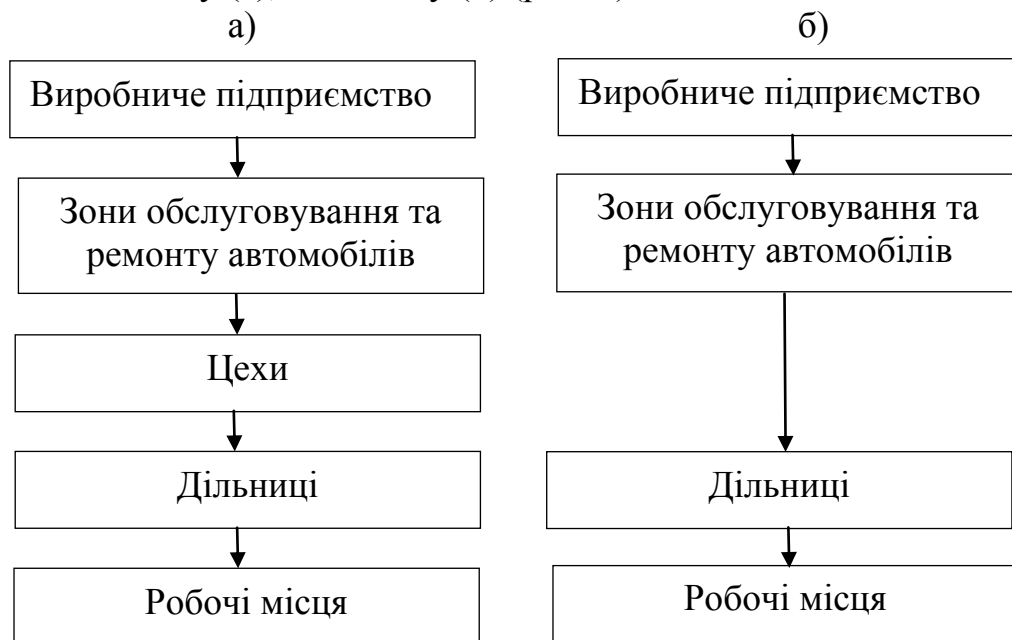


Рисунок 1 – Формування виробничої структури на підприємстві автомобільного транспорту

На підприємствах автосервісу з невеликим обсягом і відносно простими виробничими процесами доцільно обмежитися дільничною структурою підрозділів, без цехової системи (рис. 2).

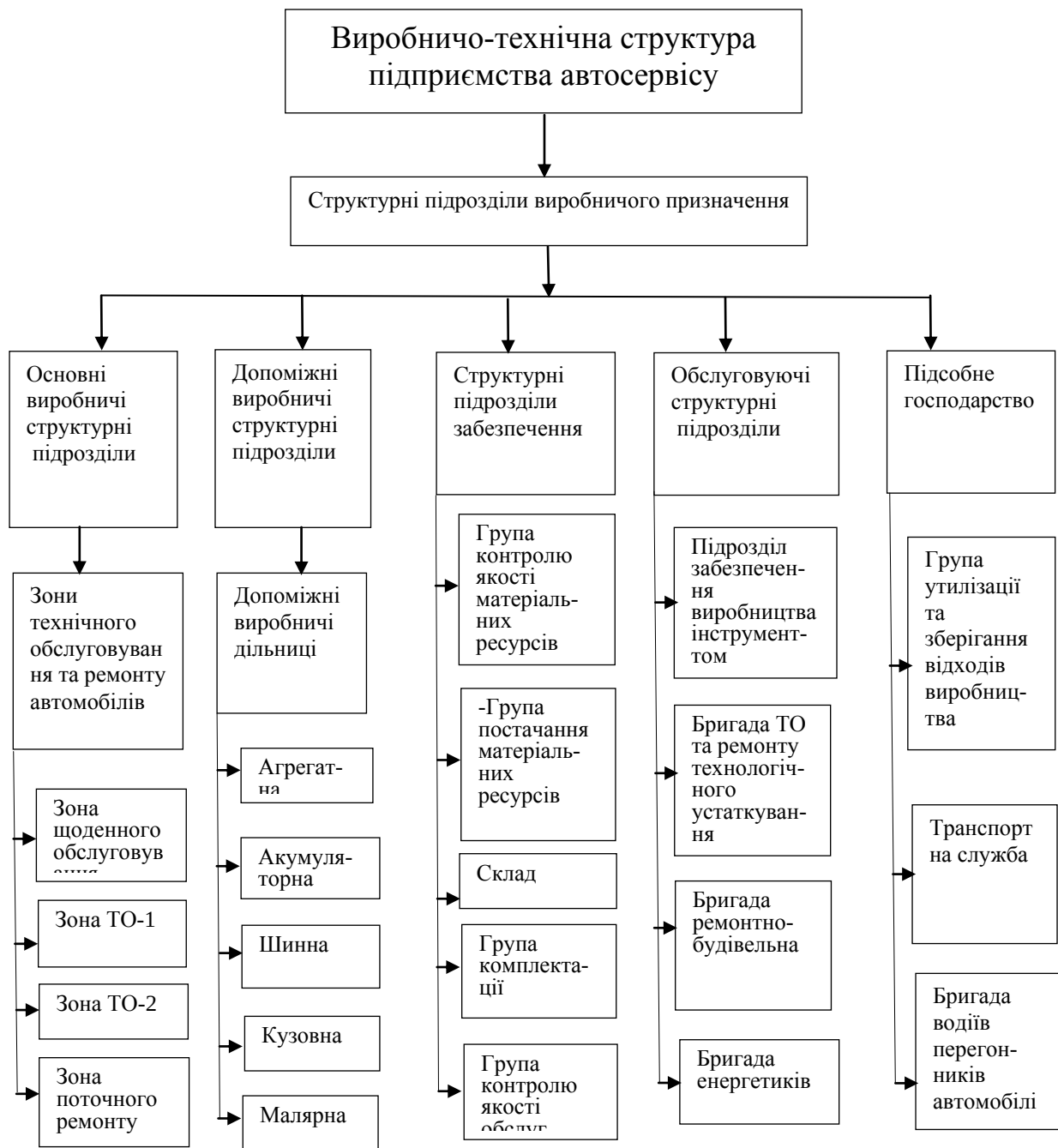


Рисунок 2 – Виробничо-технічна структура підприємства автосервісу

Основне виробництво, як правило, складається з окремих фаз або стадій, за якими класифікуються відповідні підрозділи: зони ТО та ремонту транспортних засобів.

Допоміжні виробничі дільниці або цехи сприяють виробництву послуги, здійснюють обслуговування та ремонт знятих з автомобіля вузлів і агрегатів, які необхідні для нормальної роботи основних зон ТО та ремонту (наприклад, ремонт двигунів, монтаж-демонтаж шин), а також виконання окремих технологічних операцій (наприклад, зварювальні, малярні роботи).

Структурні підрозділи забезпечення здійснюють вхідний контроль якості та постачання матеріальних ресурсів, складування, комплектацію, кінцевий контроль якості послуг з обслуговування та ремонту автомобілів.

Обслуговуючі підрозділи і господарства забезпечують нормальну роботу основних та допоміжних дільниць шляхом проведення необхідних санітарно-технічних заходів, підтримання технічного стану технологічного устаткування, будівель, споруд, інструменту.

Формування виробничо-технічної інфраструктури підприємства, що здійснює технічне обслуговування та ремонту автомобілів базується на технологічних зв'язках та відносинах певного складу, основних, допоміжних дільниць та обслуговуючих структурних підрозділів, що зумовлені технологією надання послуг.

Виробнича структура підприємства, що надає послуги з обслуговування та ремонту формується в залежності від дії та впливу таких факторів [4, 5]:

1. Види послуг визначають характер виробничих процесів, склад зон, дільниць.
2. Річна програма робіт за видами визначає формування відповідних за спеціалізацією та потужністю структурних підрозділів.
3. Розгалуженість номенклатури визначає виробничу структуру, її складність.
4. Рівень і форма спеціалізації та кооперування з іншими підприємствами.
5. Рівень автоматизації та механізації виробничих процесів.
6. Ступінь охоплення життєвого циклу продукції, послуг.

Література

1. Організаційна структура підприємства: сучасні підходи і шляхи розвитку / Корнюхин С.В. - М.: Європейський центр з якості, 2003. – 48с.
2. Канарчук В.Є., Курніков І.П. «Виробничі системи на транспорті»: Підручник. - К.: Вища школа, 1997. – 359с.
3. Васильков В.Г. Організація виробництва. – К.: Наука, 2003. – 289 с.
4. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; под ред. Е.С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
5. Техническая кибернетика транспорта: Учебное пособие / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.

Савчук Владимир Петрович, к.т.н., доцент, Херсонская государственная морская академия, postsavchuk@gmail.com
Бойко Максим Александрович, заведующий электромеханическим отделением морского колледжа Херсонской государственной морской академии, bomax@online.ua

ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ КАРКАСА КУЗОВА АВТОБУСА ХАЗ 3250

Постановка проблемы. ХАЗ-3250 Антон – автобус малого класса, предназначен для перевозок пассажиров в городе и на средние расстояния. Существует 3 модификации автобуса: ХАЗ-3250.01 (пригородный), ХАЗ-3250.02 (городской), ХАЗ-3250.11 (школьный).

Согласно Правил №66 ЕЭК ООН [1], все модельные ряды одноэтажных транспортных средств для перевозки 16 и более пассажиров нужно проверить на сохранение остаточного жизненного пространства при опрокидывании на бок. Согласно приведённой методике испытаний, каждый тип транспортного средства подвергают проверке в соответствии с одним из следующих методов по усмотрению предприятия-изготовителя или согласно методу, одобренному компетентным органом:

- испытанию на опрокидывание комплектного транспортного средства в соответствии с процедурой, указанной в приложении 3 Правил;
- испытанию на опрокидывание секции или секций кузова, типичных для всего транспортного средства, в соответствии с приложением 4 Правил;
- испытанию на маятниковом копре секции или секций кузова в соответствии с приложением 5 Правил или
- проверке прочности верхней части конструкции кузова посредством расчётов в соответствии с приложением 6 Правил.

С целью получения предварительных результатов напряжённо-деформированного состояния каркаса кузова автобуса, был использован метод конечных элементов (МКЭ) на основе программного пакета твердотельного параметрического моделирования SolidWorks с интегрированной программой конечно-элементного анализа. Согласно требований [2], верхняя часть кузова должна выдерживать равномерно распределённую статическую нагрузку на крышу автобуса, который равняется максимально допустимому весу автобуса, но не больше 98 кН. В качестве материала использовалась конструкционная сталь Ст 20 ГОСТ 1050-89.

Основные результаты исследования. Расчёт проводился для двух случаев нагрузки, которые возникают при переворачивании автобуса:

- на крышу действует статическая нагрузка и
- нагрузка действует на левую боковину автобуса. В результате исследования были получены эпюры напряжённого и деформированного состояния каркаса кузова. Распределение напряжений по критерию фон

Мизеса, деформация частей каркаса кузова и коэффициент запаса прочности для первого случая нагружения приведены на рис. 1-3.

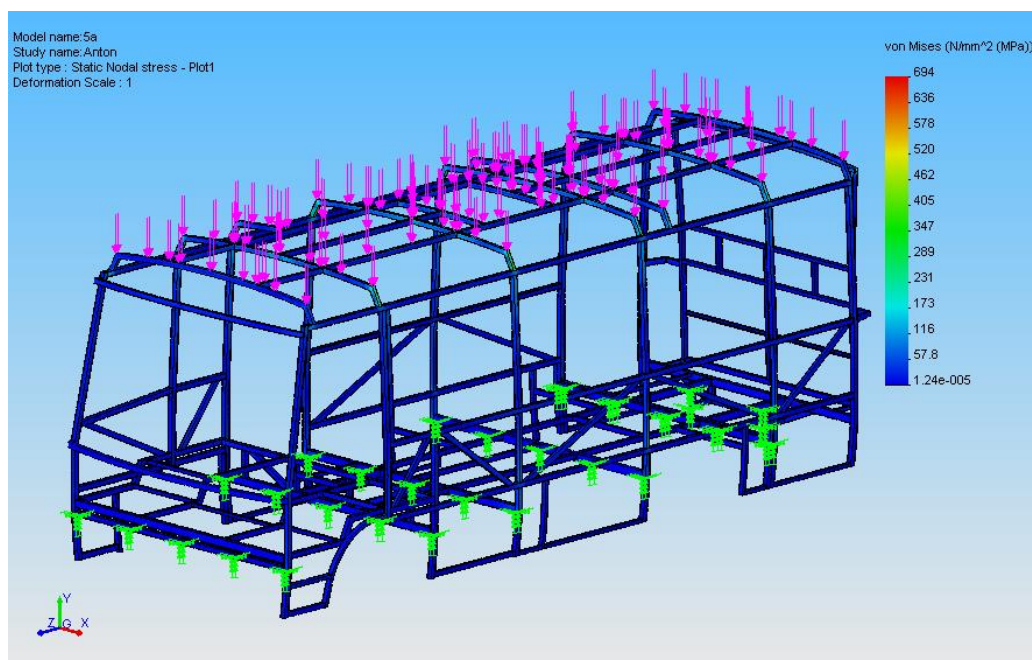


Рисунок 1 – Распределение напряжений по критерию фон Мизеса в каркасе кузова для первого случая нагрузки

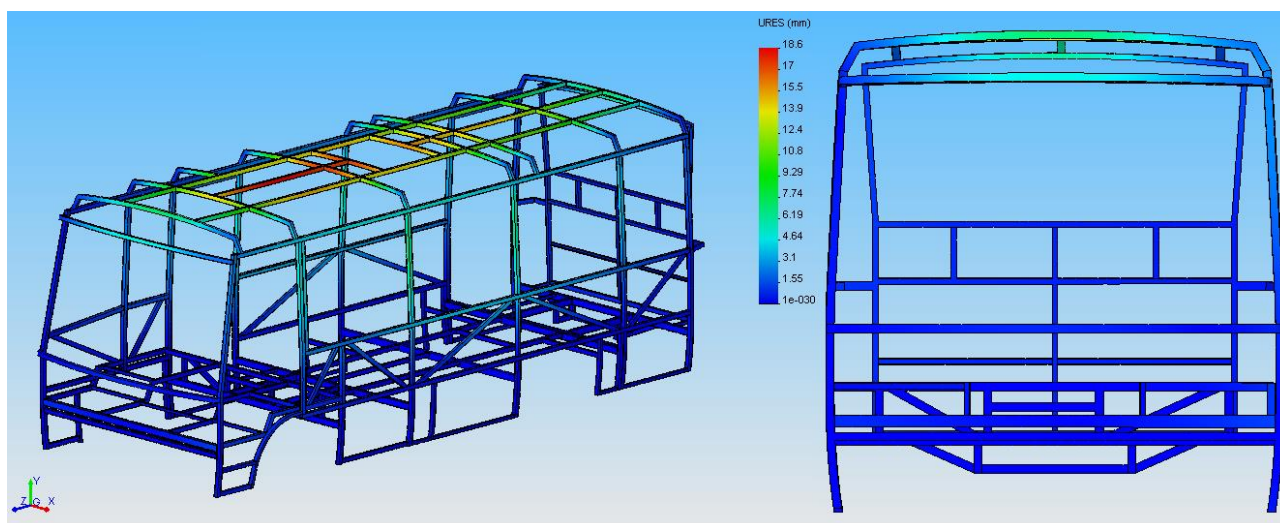


Рисунок 2 – Распределение деформации частей в каркасе кузова для первого случая нагрузки

Полученные результаты указывают на наличие максимальных суммарных напряжений в материале каркаса около 360 МПа, что не превышает предел прочности для данного материала ($\sigma_b = 400$ МПа). Это свидетельствует о развитии пластических деформаций в кузове, хотя максимальные перемещения в результате деформирования не будут превышать 18,6 мм. Участки конструкции, которые вероятно будут подвержены пластическому деформированию приведены на рис. 3.

Эпюра распределение суммарных напряжений по критерию фон Мизеса, для второго случая нагружения приведена на рис. 4. Результаты расчётов указывают на наличие напряжений, которые не превышают предел прочности материала конструкции.

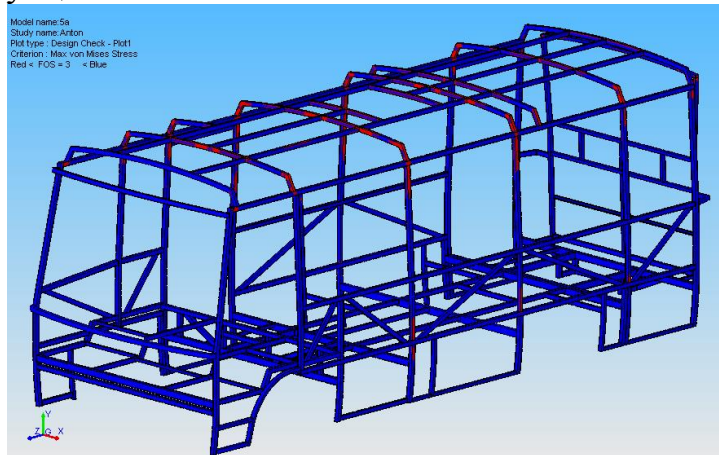


Рисунок 3 – Распределение коэффициента запаса прочности для первого случая нагружения (красным цветом показан запас прочности меньший за 3.0)

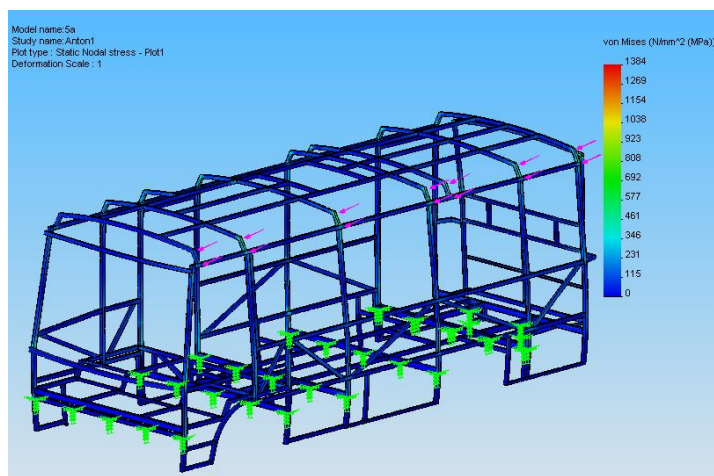


Рисунок 4 – Распределение напряжений по критерию фон Мизеса в каркасе кузова для второго случая нагрузки

Выводы. Проведённый анализ устойчивости каркаса кузова показывает достаточную жёсткость последнего, и в случае возникновения моделируемой ситуации пластическому деформированию будут подвергнуты лишь незначительная часть элементов конструкции.

Література

1. The Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE), 2013. Regulation No 66: Uniform technical prescriptions concerning the approval of large passenger vehicles with regard to the strength of their superstructure, (Cited 2013, March 1st).
2. The Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE), 2013. Regulation No 36: Uniform provisions concerning the approval of large passenger vehicles with regard to their general construction, (Cited 2008, February 20).

ДИАГНОСТИКА И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ЛИТИЕВО-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В предыдущей главе описывались основные недостатки литий-ионных аккумуляторов, главный из них это перегрев батареи и возможная её взрывоопасность. То есть получается, что на автомобилях в основном батарея находится под сиденьями, как у Nissan Leaf или же под днищем автомобиля, как на автомобиле Tesla ModelS. Можно сказать, что пассажиры и водитель сидят на взрывоопасном веществе, которое может в случае перегрева взорваться. Но это всё не так, потому что Li-ion аккумуляторные батареи имеют наиболее совершенную защиту среди всех типов батарей. Как правило в схеме защиты Li-ion батарей используется ключ на полевом транзисторе, который при достижении на элементе батареи напряжения 4,30 В открывается и тем самым прерывает процесс заряда. Кроме того, имеющийся термopредохранитель при нагреве батареи до 90 °С отсоединяет цепь ее нагрузки, обеспечивая таким образом ее термальную защиту. Некоторые аккумуляторы имеют выключатель, который срабатывает при достижении порогового уровня давления внутри корпуса, равного 1034 кПа (10,5 кг/м²), и разрывает цепь нагрузки. Есть и схема защиты от глубокого разряда, которая следит за напряжением аккумуляторной батареи и разрывает цепь нагрузки, если напряжение снизится до уровня 2,5 В на элемент. После проведенных исследований режимов эксплуатации на пожаро- и взрывобезопасность, было установлено, что современные конструкции литиевых элементов практически безопасны при их правильной эксплуатации. Ведь не зря, автомобиль Nissan Leaf и автомобили Tesla получили по «Европейской программе оценки новых автомобилей (EuroNCAR)» и «Национальным управлением безопасностью движения на трассах (NHTSA)» самые высокие оценки по безопасности электромобилей.

Если литиевый аккумулятор работает, но его параметры ухудшились, - первичная диагностика проводится без вскрытия корпуса батареи. Для этого аккумулятор полностью заряжают штатным зарядным устройством и подключают к специальному стенду для проверки аккумуляторов. На стенде устанавливают требуемое напряжение и ток разряда. В процессе испытаний, также замеряется температура корпуса батареи. По результатам теста, мы видим реальную ёмкость аккумуляторной батареи, порог отключения при снижении напряжения, правильность работы BMS и максимальную величину вырабатываемого тока. Если мастер считает, что требуется разборка батареи, то он её выполняет. Далее проводится внешний осмотр всех элементов и снимаются их характеристики. По итогам диагностики, специалист сообщает

клиенту о найденных неисправностях, возможностях их устранения и стоимости ремонта, а клиент уже принимает решение о целесообразности ремонта.

Данный тип аккумулятора оснащен полноценной системой управления, которая встроена непосредственно в корпус аккумулятора, поэтому зачастую пользователи забывают об элементарных нормах эксплуатации. Для того, чтобы литий-ионные АКБ служили как можно дольше, необходимо придерживаться ниже описанных правил.

1). Перед эксплуатацией нового литий-ионного аккумулятора, его нужно полностью зарядить. Одна из самых распространенных ошибок владельцев электромобилей – незамедлительное использование АКБ сразу после покупки. Электроды батареи действительно заряжаются в процессе производства примерно на 50%, но отсутствие первоначальной подзарядки уменьшит доступную полную ёмкость аккумулятора и сократит время его работы.

2). После разрядки литий-ионный аккумулятор необходимо сразу же зарядить. На практике встречаются случаи внезапной поломки АКБ. При выяснении причин оказывается, что выход из строя был вовсе не таким уж случайным, ведь хозяин постоянно доводил батарею до полного разряда и тем самым уменьшил его ресурс. Между прочим, совет об эксплуатации аккумуляторов до полного разряда цикла, дают некоторые продавцы батарей. Они это могут делать как по незнанию, так и преследуя свою выгоду – ведь испортив свой аккумулятор, вы придете покупать новый. Из этого правила вытекает следующее.

3). Не допускайте полного разряда АКБ. Не стоит ждать полного расхода энергии - аккумулятор электромобиля следует заряжать после каждой поездки, даже на короткие расстояния.

4). Избегайте нагревания литий-ионных аккумуляторов. Действие высоких температур оказывает крайне негативное влияние на батарею, ускоряя процесс ее «старения». Оптимальная температура для максимального ресурса и максимальной отдачи тока аккумулятором, не должна превышать 20 – 25 градусов Цельсия. Так, повышение температуры эксплуатации на 10 градусов, уменьшает ресурс аккумулятора в несколько раз. В связи с этим не рекомендуется хранить аккумулятор возле источников тепла или под прямыми солнечными лучами.

5). Низкие температуры, полуразряженное состояние даёт длительный срок службы. Если вы хотите продлить время эксплуатации своей АКБ и сэкономить на покупке новой, то хранить литий-ионную батарею (например, в зимний период), лучше при низких температурах, примерно 3-4°C. То есть, электромобиль лучше хранить зимой в гараже при температуре 3-4°C.

6). Не заряжайте переохлажденную батарею. Если в силу каких-либо обстоятельств ваш аккумулятор попал под длительное воздействие низких температур, например, вы катались на электромобиле в морозный день, то не следует его заряжать до тех пор, пока он не прогреется как минимум до плюсовой отметки градусника (по Цельсию), а ещё лучше до комнатной

температуры. В противном случае, резкие перепады температур, - станут фатальными для АКБ.

7). Используйте только зарядные устройства фирменной комплектации. Многие пользователи недооценивают роль зарядного устройства, которым возвращают АКБ к «жизни». Зачастую они действуют по принципу – «подшло по напряжению - и ладно». Это в корне неверная позиция, поскольку «неродные» зарядные устройства могут иметь отличные от рекомендованных производителем параметры, что отрицательно скажется на сроке эксплуатации АКБ.

8). Не оставляйте батарею со 100% зарядом без нагрузки. У большинства электромобилей есть опция «Стандартной» и «Максимальной» зарядки. Желательно заряжать батарею полностью непосредственно перед поездкой. Большинство электромобилей предоставляют удобные таймеры для этого. Если оставить аккумулятор со 100% зарядкой на длительное время — это может плохо сказаться на его состоянии. Нужно, чтобы батарея не находилась в состоянии полного заряда больше чем в течении 8 часов.

Литература

1. Литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы [электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.powerinfo.ru/accumulator-liion.php>
2. Обзор батареи Nissan Leaf [электронный ресурс]: Режим доступа: <http://ecotechnica.com.ua/stati/966-ustrojstvo-batarej-nissan-leaf-tesla-model-s-i-chevy-bolt-chej-akkumulyator-luchshe.html>
3. Аккумуляторная батарея электрокара Tesla Model S [электронный ресурс]: Режим доступа: <http://autotesla.ru/auto-tesla/akkumulyatory-tesla/akkumulyator-tesla-model-s-cto-vnutri-razbiraem.html>
4. Анализ неисправностей современных аккумуляторных батарей электромобилей / И. Широкун// «Автоцентр» –2016–№2.
5. Правила эксплуатации литий–ионных батарей на электромобилях [электронный ресурс]: Режим доступа: <http://rutesla.com/560/5-sovetov-kak-prodlit-vremya-zhizni-batarey-elektroavtomobiley/>
6. Применение литиевых батарей в гибридах и электромобилях [электронный ресурс]: Режим доступа: <http://autoeco.info/libatt.php>
7. Электромобиль Nissan Leaf [электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Nissan_LEAF
8. Обзор батареи Nissan Leaf [электронный ресурс]: Режим доступа: <http://ecotechnica.com.ua/stati/966-ustrojstvo-batarej-nissan-leaf-tesla-model-s-i-chevy-bolt-chej-akkumulyator-luchshe.html>
9. Обзор электромобиля Tesla Model S/ С. Знаемский// «Авторевю»–2015–№12
10. Электромобиль Tesla Model S [электронный ресурс]: Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/TeslaModelS>

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЯ ОТ УГОНА

Как известно в Украине действует неадекватно мягкая санкция за угон автомобиля. Так согласно правовой норме указанной в пункте 1 статьи 289 уголовного кодекса Украины «Незаконное завладение транспортным средством» предусмотрен штраф от одной тысячи до одной тысячи двухсот необлагаемых минимумов доходов граждан или лишение свободы на срок от трех до пяти лет. Более существенное лишение свободы на срок от пяти до восьми лет с конфискацией имущества или без такой предусматривается в случаях, если: угонщик уже ранее был осужден по данной статье в составе группы лиц, либо использует насилие опасное для жизни или здоровья пострадавшего (угрозу применения насилия), или угон осуществляется с проникновением в помещение, где хранится автомобиль. И наконец, самой существенной санкцией за это преступление может явиться лишение свободы на срок от семи до пятнадцати лет с конфискацией имущества, в том случае если: угон совершен организованной группой или объединен с насилием, опасным для жизни или здоровья пострадавшего, (с угрозой применения такого насилия), или если действия группы угонщиков нанесли большой материальный вред пострадавшему авто владельцу. Однако на практике при рассмотрении уголовного производства в зале судебных заседаний, реально работает лишь первая санкция статьи 289 уголовного кодекса Украины.

Технологии защиты с каждым новым поколением все более совершенствуются, и автомобиль становится все более сложным и компьютеризированным. Однако, вместе с этим, развиваются и совершенствуют свои навыки представители криминалитета, специализирующиеся как на угоне автомобилей так и на хищении материальных ценностей находящихся в автомобиле.

Большинство автомобилистов считают, что производители неплохо позаботились о защите современных автомобилей от угона. Кроме того, принято считать, что установка типовой сигнализации и механических противоугонных устройств является неплохим способом обезопасить автомобиль от угона. К сожалению, это глубоко ошибочное мнение так как механические блокираторы обладают малой степенью надежности а задача сигнализации заключается в оповещении владельца о попытке угона. Включить световую индикацию, звуковую, позвонить владельцу, передать сигнал оператору пульта охраны и.т.д. Все современные сигнализации имеют еще и режим блокировки цепей питания, управления двигателя, тормозной системы, затягивающие угон на время от 10 секунд до 2 минут в зависимости от типа блокировки. Итак сигнализация – оповещает, и то при ряде условий, если угонщик: ее не заглушил, ее не обесточил, не открыл машину с помощью кодграббера, не украл ключи с брелком сигнализации, кроме того если вам на

сервисе не записали дополнительный брелок; если вас не заставили отключить сигнализацию под угрозой причинения вреда вашему здоровью.

Известно, что абсолютно надежных штатных или дополнительно установленных противоугонных систем в принципе не существует. Любое техническое или программное усовершенствование злоумышленники раскрывают. Практически угонщики класса выше среднего, в состоянии "увести" любую машину, какой бы охранной системой ее ни оснастили, – было бы время да подходящее оборудование. И если оборудование требует от угонщика лишь финансовых средств, то время является тем фактором, который безусловно сможет предотвратить финансовые потери автовладельца.

Исходя из этого, можно с уверенностью утверждать, что наиболее эффективной является комплексная защита автомобиля. Чем больше на нем будет создано разнообразных препятствий, тем больше угонщику потребуется времени для их обхода, и тем вероятнее, что автомобиль останется у его хозяина.

Представим наиболее эффективные, на сегодняшний день, методы защиты автомобиля от угона.

Наиболее простым, но, тем не менее, достаточно эффективным методом является бронирование стекол автомобиля специальной пленкой толщиной от 70 до 300 мкм. Затем следует изменение расположения, цвета свечения и штатного режима работы индикаторного светодиода любой сигнализации, замена цвета и увеличение длины коммутационных проводов для того, чтобы было возможно расположить блок сигнализации в нестандартном для угонщика месте.

Особняком расположены устройства, у которых для защиты автомобиля применяется специальная диалоговая метка против угона. Это маленькая пластинка, дальность действия которой ограничена 0,5-1,5 метра. И конечно же автовладелец всегда должен носить ее с собой, отдельно от основных автомобильных ключей, которые злоумышленники могут банально украсть. Такая метка обменивается с охранной системой периодически закодированными сигналами и разблокирует штатные замки двери, дополнительные электромеханические штыри дверей и багажника, а также двигатель машины только в том случае, если владелец находится в непосредственной близости или в салоне. Это неплохая защита от угона при разбойном нападении, а также при считывании сигнала кодграбберами.

Следующая группа методов предназначена непосредственно для защиты электронного блока управления (ЭБУ) и диагностического разъема, а именно:

1. Перепиновка проводов в соединительной колодке и соответственно токоведущих дорожек на электронной плате ЭБУ. Это приведет к выходу из строя того ЭБУ который принесет с собой угонщик для замены штатного.

2. Создание прочного «сейфа» для штатного ЭБУ, крепление конструкции сейфа к корпусу автомобиля должно осуществляться с помощью самосрывных винтов.

3. Установка дополнительного замков капота желательно в трех точках, для защиты всего подкапотного пространства в котором производители располагают ЭБУ. Дополнительно к этому можно порекомендовать установку специальных металлических шипов в зоне штатного и дополнительных замков капота. Так как часто угонщики используют пневматическую подушку для осуществления «пневмоподрыва» капота, шипы предназначены для прокалывания подушки.

4. Установка дополнительного иммобилайзера с несколькими радиоуправляемыми реле, изменяющие информационные сигналы с датчика коленчатого вала, датчика дроссельной заслонки, датчика распределительного вала и т.д.

5. Диагностический разъем защищается цифровым реле, который не позволяет его использовать пока машина находится в режиме охраны.

6. Наиболее серьезной технической защитой является создание такой проблемы запуска двигателя, которая не диагностируется угонщиком и даже позволяет симитировать некоторые известные и потому вполне решаемые угонщиком проблемы запуска, неустойчивой работы, и внезапной остановки двигателя. Например, создание с помощью цифровых управляемых реле (расположенных в жгуте проводов ЭБУ) коммутации управляющих проводов от датчиков коленчатого и распределительного валов соответственно. При этом бортовой компьютер не диагностирует проблемы, угонщик запускает двигатель и уезжает, но недалеко, машина глохнет. Диагностика и прозвонка проводов не обнаруживает коммутации сигналов датчиков. Вновь запускается двигатель и все повторяется.

В заключение следует отметить, что конечно, существуют и другие действенные технические способы защиты автомобиля. Например, яркая либо необычная окраска, аэрография, что делает автомобиль очень заметным, выделяющимся на общем фоне, что совсем не привлекает угонщиков. И здесь очень кстати придутся нестандартные колесные диски, зеркальная тонировка стекол, спойлеры, обвесы и прочий внешний тюнинг. Такую машину остановят по ориентировке в ходе плана-перехвата на первом же посту. Значит, угнав такую машину, угонщики должны немедленно заняться ее перекраской, демонтажем элементов тюнинга и т. д. Для этого нужно место и оборудование. Это дорого, хлопотно и будут делать только в том случае, если зачем-то нужно именно этот автомобиль, что само по себе – редкость. Скорее всего, охотясь за неконкретным автомобилем угонщики попросту предпочтут угнать машину, которая не имеет отличительных признаков выделяющих ее из ряда таких же автомобилей.

В этой связи стоит напомнить, что кроме указанных технических мер противодействия угону автомобиля, немаловажное значение играет бдительность и осторожность самого автовладельца а также страховка КАСКО, позволяющая позволяет в случае угона вернуть 80 % затраченных на автомобиль средств. Именно совместно, авторская защита от угона и страхование КАСКО в полной мере обеспечивают спокойствие автовладельца

перед всіма ризиками угона. Такі комплексні заходи дозволяють протистояти угонам з мінімальним ризиком для життя і здоров'я автовласника.

Скорик Максим Олексійович, старший викладач, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, maxym.skoryk@gmail.com

ДИНАМІЧНЕ ДИШЛО ДЛЯ ОДНООСНОГО ПРИЧЕПА BN–20 ЯК ПРУЖНА ЛАНКА ТЯГОВО-ЗЧІПНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ЛЕГОВОГО АВТОПОЇЗДА КАТЕГОРІЇ М1

Як було представлено раніше, рух автопоїзда категорії М1 супроводжується багаторазовими знакозмінними навантаженнями у тягово-зчіпному пристрої, який у системі «автомобіль-причіп» являється пружною ланкою [1]. При математичному дослідженні згідно принципу Даламбера-Лагранжа рух системи «автомобіль-причіп» записано у вигляді двох систем рівнянь – без дисипативного опору та з ним, які були розв'язані окремо для автомобіля та причепа повною масою відповідно 1595 кг та 700 кг. Результати розрахунку показали доцільність використання у складі тягово-зчіпного пристрою дисипативної ланки. Це дозволить уникнути коливальних процесів та значно зменшити динамічні навантаження під час перехідних режимів руху автопоїзда [1, 2].

За дослідний прийнято причеп вітчизняного виробництва BN–20.

Прикладом дисипативної ланки тягово-зчіпного пристосування слугуватиме динамічне дишло причепа, у конструкцію якого були внесені певні зміни.

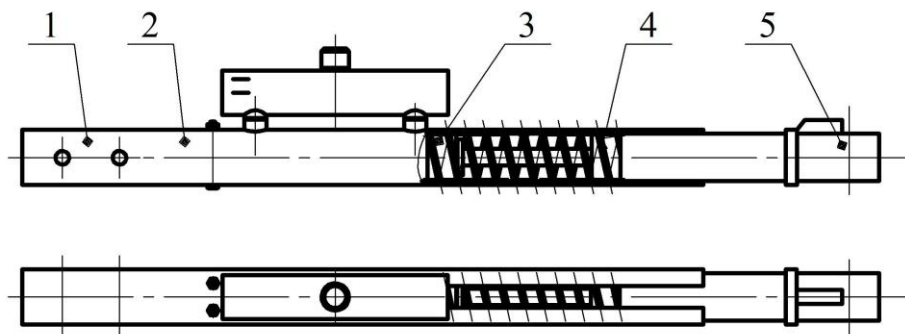


Рисунок 1 – Дишло динамічне причепа BN–20: 1 – вухо, 2 – дишло; 3 – амортизатор; 4 – пружина; 5 – замковий пристрій

Динамічне дишло кріпиться до рами причепа за допомогою вуха 1. Дишло 2 у перерізі вибране із прокату – квадратна труба із зовнішнім ребром 80 мм та товщиною стінки 6 мм. За допомогою замкового пристрою 5 воно кріпиться до тягово-зчіпного пристосування автомобіля-тягача.

Дисипативний опір створює поєднання гідравлічного амортизатора 3 та пружини 4.

Амортизатор [3] складається із корпусу, поршня зі штоком, кришок та компенсаційного бачка. Кришки кріпляться до корпусу різьбовим з'єднанням, у них запресовані гумові буфери-обмежувачі для обмеження руху та запобігання ударам поршня по них. Корпус амортизатора квадратного перерізу, що відповідає профілю труби. У верхній частині знаходяться отвори із гумовими ущільнювачами, у які запресований компенсаційний бачок. Опір створюється спеціальною рідиною, що перетікає через калібровані отвори у поршні, частина рідини витискається у компенсаційний бачок, за мітками на якому виконується і контроль рівня рідини.

Амортизатор кріпиться до дишла нерухомо двома болтами М10.

Пружина кріпиться до амортизатора методом накручування, а саме – корпус амортизатора зі сторони пружини має круглий переріз, на ньому виконано проточку кільцевої форми, яка відповідає внутрішньому діаметру пружини, її кроку та діаметру витка. На проточку накручується пружина, яка підібрана таким чином, що між її зовнішнім діаметром і стінкою дишла зазор становить 1 мм – це унеможливорює їх роз'єднання. З іншої сторони пружина таким же способом кріпиться до серги із замковим пристроєм. Схожа конструкція кріплення елементів застосовувалася у амортизаторах [4].

У вихідному положенні поршень амортизатора знаходиться у середньому положенні, яке забезпечується положенням пружини у стані покою – дана конструкція забезпечує переміщення штока амортизатора у дві сторони до 120 мм.

Із початком руху пружина, сприймаючи зусилля через сергу і замковий пристрій від тягово-зчіпного пристосування автомобіля-тягача, починає розтягуватися, у свою чергу відбувається і переміщення поршня у амортизаторі, що створює опір розтягуванню пружини. При гальмуванні відбувається умовне набігання причепа, у якого конструктивно відсутні гальма, на автомобіль-тягач, що викликає стискання пружини? Відповідно, переміщення поршня у амортизаторі і, відповідно, створення опору стискання пружини.

Застосування такої конструкції дає можливість знизити максимальне значення динамічних зусиль майже у 2 рази у порівнянні із конструкцією причепа базової конструкції із жорстким дишлом.

Література

1. Скорик, М.О. Удосконалення тягово-зчіпного пристрою автопоїзда категорії М1 / «Наукові праці» Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт і автомобілебудування. Новітні технології і методи підготовки фахівців» присвяченій 50-річчю кафедри ДВЗ. – Харків: ХНАДУ, 19–20 жовтня 2017 р. – С. 145 – 146.
2. Скорик, М.О. Дослідження динамічних навантажень у тягово-зчіпному пристрої автопоїзда категорії М1 у складних дорожніх умовах при перехідних режимах руху / Матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару «Наукові досягнення в галузі автомобільного транспорту». – Харків: ХНАДУ, 20 квітня 2018 р. – С. 25.
3. Bosch. Автомобильный справочник. 2-е издание. – М: ЗАО «КЖИ За рулём», 2004. – 992 с.

4. Мопеды, мокики. Устройство, обслуживание, ремонт: Пособие по ремонту / Состав: К. П. Быков, П. В. Грищенко; Ред. Т. А Шленчик. – Чернигов: ПКФ Ранок, 2007. – 128 с

Сосик Андрій Юрійович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри «Автомобілі»
Запорізького національного технічного університету
Дударенко Ольга
Василівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри «Автомобілі» Запорізького
національного технічного університету

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ МАШИНОТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ

У зв'язку з необхідністю підвищення рівня механізації сільськогосподарського рівня виробництва, виникає необхідність у застосуванні великогабаритної тракторної техніки п'ятого, шостого та сьомого класів. Сучасні сільськогосподарські трактори, навісне та причіпне обладнання у співпраці з системами навігації надають можливість впровадження мінімальних схем експлуатаційних витрат під час виконання сільськогосподарських робіт.

Головною особливістю впровадження сучасних машино-тракторних агрегатів (МТА) високих класів є висока ступінь універсальності. В умовах обмеженої кількості механізації, сільськогосподарських господарств України, що пов'язано з економічним станом, навантаження на одиницю техніки максимальне, а режим експлуатації як правило цілодобовий.

Ці фактори примушують під час організації сервісного обслуговування МТА приділяти багато уваги якісній діагностиці з метою визначення технічного стану та переліку робіт з поточного ремонту.

Головним показником роботи МТА є реалізація тягового зусилля на гаку, що безумовно залежить від технічного стану силової установки та трансмісії. Умови експлуатації при виконанні сільськогосподарської роботи вимагають забезпечення постійних режимів руху при змінних умовах навантаження.

Таким чином впровадження методів щодо визначення технічного стану двигуна внутрішнього згорання є важливим кроком в організації сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки. В сучасному тракторобудуванні це питання визначено двома шляхами: лабораторні випробування та лабораторно-польові.

Під час організації сервісного обслуговування, найбільший інтерес виникає до лабораторно-польових випробувань. Однак слід відзначити що спосіб динамометрування з використанням причіпної ланки або знаряддя не придатний для системи сервісного обслуговування, бо кількість факторів що впливають на машино-тракторний агрегат під час вимірів можуть суттєво змінювати картину отриманих результатів. Цей спосіб як правило відображає опір навісного обладнання до відношенню до машино-тракторного агрегату.

Аналіз сучасного ринку засобів динамометрування показує що найбільш доцільним способом для визначення експлуатаційних характеристик є застосування пересувних мобільних динамометрів що оперують обертальним моментом валу відбору потужності (ВВП).

Перевагою таких динамометрів є можливість до вільного пересування від одного агрегату до іншого та широкий діапазон модельного ряду що підлягає діагностичній дії.

Виробники для приводу МВП як правило використовують незалежні одно чи двох швидкісні приводи (New Holland, Shibaura, CASE, Carraro) або залежні (Massey Ferguson). Завдяки прямому механічному приводу від двигуна до валу відбору потужності, використання цього елемента як контрольної ланки є достатньо перспективним напрямком.

Головним питанням при впровадженні пересувного динамометричного стенду є необхідність визначення типу навантажувального пристрою, що повинен відповідати декільком вимогам:

- мінімальні масово габаритні показники;
- незалежність від зовнішнього енергопостачання;
- універсальність;

Зазвичай застосовуються два типи: гідравлічний гальмівний пристрій або електричний гальмівний пристрій.

Найбільш поширеними гальмівними пристроями (ретардерами) є продукти виробництва фірми Voith, TELMA, JACOBS.

Недоліком конструкції гідравлічного ретардери, що обмежує можливість використання його як навантажувального пристрою є:

- неможливість реалізації робочого гальмівного моменту на швидкостях обертання менше ніж 1000об/хв.;
- необхідність проектування та застосування системи охолодження з автоматичним керуванням;
- вимірювання гальмівного моменту можливе лише датчиком обертового моменту на приводному валу, що значно завищує вартість проекту;
- ускладнене регулювання системою за рахунок чутливості до температури робочої рідини.

Використання електричних ретардерів широко поширене на вантажних транспортних засобах у якості додаткового гальмівного пристрою.

Головною перевагою наведеного ретардери є:

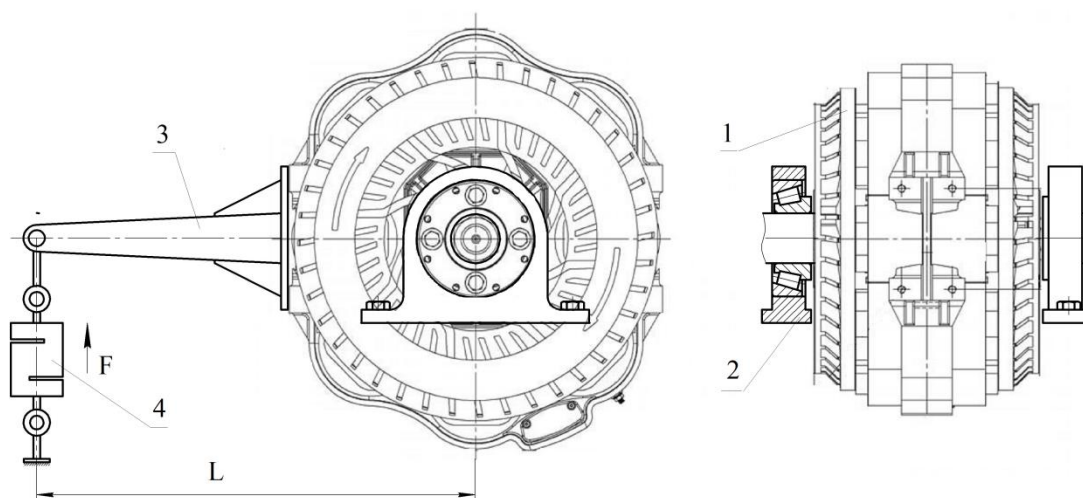
- характеристика гальмівного моменту що максимально реалізована вже на обертах ротора близько 400min^{-1} ;
- повітряна система охолодження що має лінійну залежність поглинаючої потужності від температури.
- можливість визначення гальмівного моменту за рахунок спрощеної схеми з тензометричним датчиком;
- можливість зміни величини гальмівного моменту шляхом підключення різної кількості пар обмоток статора.

Динамометрування машино-тракторних агрегатів планується запровадити групою компаній «Полетехніка». А саме ТОВ «Бізон-Імпорт» під час сервісного обслуговування машино-тракторних агрегатів бренду «NewHolland». Найбільш поширеним МТА цього бренду є моделі Т8.390 та Т8.410 де встановлені двигуни IVECO Cursor 9L FPT з робочим об'ємом 8.7л та трансмісією типу PST.

Зовнішня швидкісна характеристика для обертального моменту двигуна Cursor 9L FPT, показує величину максимального моменту близько 1800Нм при обертах двигуна 1800мин^{-1} .

Оскільки NewHolland Т8.390 та Т8.410 обладнаний залежним приводом валу відбору потужності з передавальним числом 1.8, максимальний обертальний момент на валу відбору потужності буде близько 3240Нм. У цьому разі електричний навантажувальний пристрій гальмівним моментом, повністю перекриває гальмівний момент що реалізовано на ВВП.

Чисельне та якісне визначення величини гальмівного моменту це питання що визначає доцільність впровадження навантажувального стенду в цілому. Найбільш поширена схема це застосування тензометричного датчику за умови що статор має свободу переміщення навколо своєї осі, а ротор пов'язано з ВВП (рис. 1).



1 – ретардер; 2 – опора; 3 – вимірювальний ричаг; 4 – датчик тензометричний; L – плече дії гальмівного моменту; F – сила що фіксується тензометричним датчиком.

Рисунок 1 - Навантажувально-вимірювальний комплекс та його складові

Необхідною умовою коректного визначення величини гальмівного моменту є врахування конструктивних параметрів ретардери, а саме моменти інерції обертальних мас. Для обраного типу, CFK 500, момент інерції ротора складає 4.74кгм^2 .

Система керування та контролю стенду виконано на базі Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench з обов'язковою прив'язкою до протоколу J1939 машино-тракторного агрегату з зовнішнім керуванням потужності силового агрегату.

Стадник Віктор Іларіонович, доцент кафедри, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», м. Дніпро
 Сакно Ольга Петрівна, к.т.н., доцент, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», sakno-olga@ukr.net
 Андрейченко Володимир Іванович, к.т.н., доцент
 Доля Віктор Андрійович, магістр, ДВНЗ ПДАБА
 Меркотан Сергій Вікторович, магістр, ДВНЗ ПДАБА

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ МІСТА ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Як показує досвід, єдиним джерелом інформації, що досить повно характеризує параметри транспортного попиту та умови його задоволення в рамках діючої системи України, є різні методи транспортних обстежень населення (рис. 1). Лише обробка матеріалів цих обстежень дозволяє отримати комплекс таких показників, як розмір і спрямування пасажиропотоків, витрати часу на транспортні переміщення в цілому і за складовими (пішохідний підхід до зупинки та відхід від неї, чекання транспорту), кількість перевезень тощо.

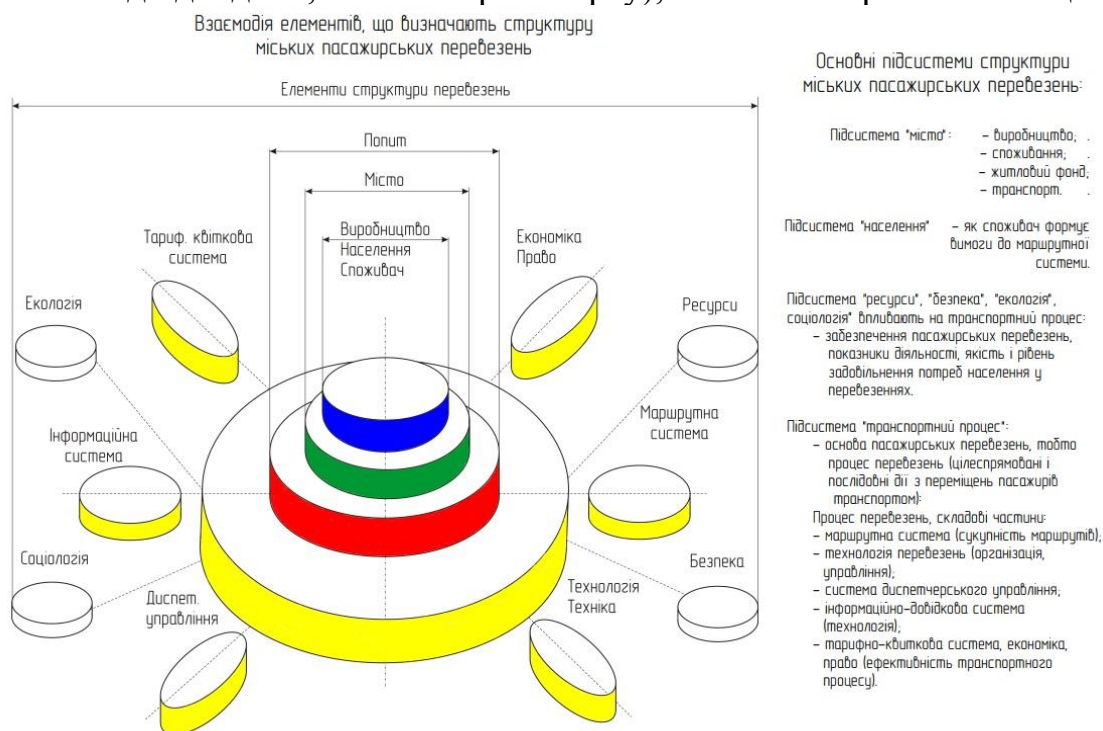


Рисунок 1 – Взаємодія елементів, що визначають структуру міських пасажирських перевезень

Аналіз таких показників дозволяє об'єктивно оцінити характер функціонування існуючої системи транспортного обслуговування і виявити її недоліки. На основі цього можуть бути розроблені конкретні заходи щодо поліпшення обслуговування населення за рахунок інформаційного забезпечення таких транспортно-експлуатаційних задач, як коригування маршрутної системи, перерозподіл рухомого складу між маршрутами, регулювання його випуску на лінію та інше.

Структура міських пасажирських перевезень складається з трьох основних підсистем - це місто, населення, транспортний процес.

Підсистема «місто» включає в себе виробництво, споживання, житловий фонд, транспорт. Підсистема «населення» формує, як споживач, вимоги до маршрутної системи. Підсистема «транспортний процес» є основою процесу перевезень, що означає цілеспрямовані і послідовні дії по переміщенню пасажирів транспортом.

Сам же процес перевезень має складові:

- маршрутна система;
- сукупність маршрутів;
- технологія перевезень;
- організація та управління;
- система диспетчерського управління;
- інформаційно-довідкова система (технологія);
- тарифно-квиткова система;
- економіка;
- право (ефективність транспортного процесу).

Всі інші системи - «ресурси», «безпека», «екологія», соціологія» - також впливають на транспортний процес і забезпечують пасажирські перевезення, показники діяльності, якості і рівень задоволення потреби населення в перевезеннях. Всі підсистеми міських пасажирських перевезень знаходяться між собою у взаємодії і залежності, при цьому доповнюють одна одну. Крім цього, для формування будь-якого маршруту необхідно вивчення пасажиропотоків.

Аналіз роботи системи міських пасажирських перевезень м. Дніпра за останні п'ять років показав, що організація, технологія перевезень та диспетчерське управління є складовими транспортного процесу і структури системи та потребують постійно розвивати та удосконалювати.

На підставі матеріалів вивчення пасажиропотоку та реальної маршрутної мережі міського автотранспорту в м. Дніпро для їх управління і контролю була впроваджена автоматизована система управління (рис. 2, 3), робота якої заснована на застосування принципів Global Position Sistem, Internet і електронного устаткування.

Показники розрахунку економічних показників впровадження автоматизованої системи управління міським громадським транспортом у місті наступні: рентабельність - 58%, доходи по маршруту в місяць на один автобус – 116 тис. грн.

Прибуток від впровадження системи через 5 років з урахуванням повернення кредиту, асигнування на обладнання та утримання з бюджету складе 4698091 грн. (За 1 рік - 1995124 грн., за наступні 4 роки - 2702967 грн.).

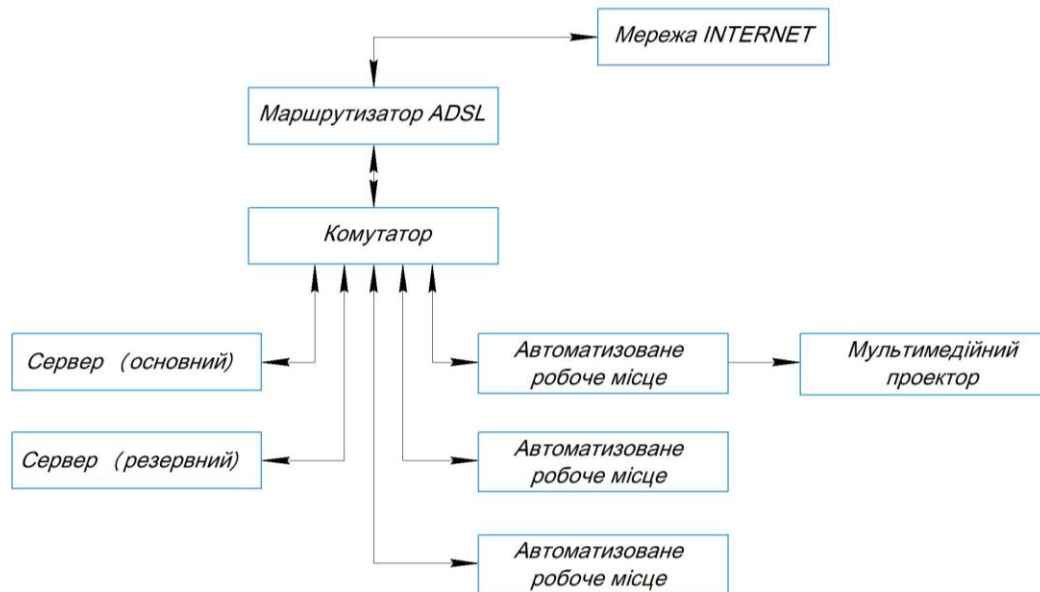


Рисунок 2 – Структура обладнання центрального диспетчерського пункту

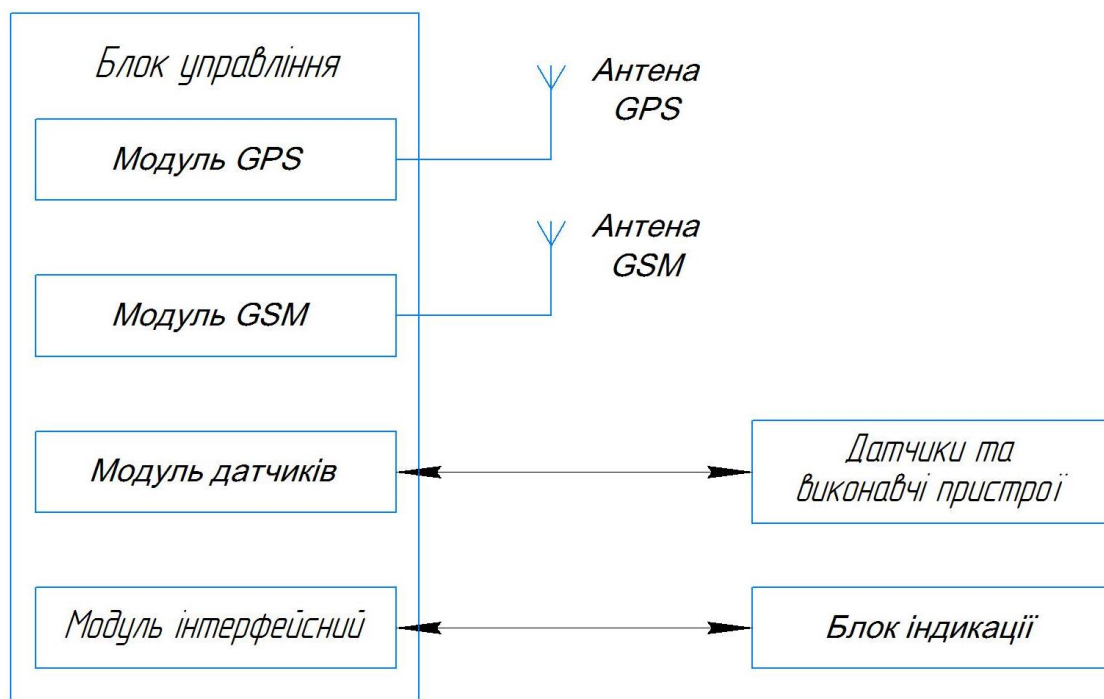


Рисунок 3 – Структура комплексу пристроїв рухомої одиниці

Таким чином, впровадження нововведень має наступні позитивні сторони для міста:

1. Оновлення рухомого складу для міських пасажирських перевезень в значній мірі покращує завантаженість магістралей міста і позитивно впливає на безпеку дорожнього руху.

2. Збільшується пасажиромісткість одиниці рухомого складу.

Форнальчик Євген Юліанович, д-р. техн. наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»,
Гілевич Володимир Васильович, канд. техн. наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка», hilevych.vv@gmail.com

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ ПЕРЕДРЕЙСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОБУСІВ

Для забезпечення працездатності автобусів у АТП спрямовуються можливі (залишкові від виторгу квитків) кошти переважно лише на передрейсове обслуговування, нехтуючи відомими стандартами, положеннями, вимогами, правилами, які на державному рівні регламентують технологічні процеси усіх видів ТО і ремонту, а також роботу служби експлуатації автобусів. В результаті виробничо-технічні бази (ВТБ) АТП зазнали реформувань (руйнувань) без наповнення їх новим прогресивним ремонтно-технологічним та діагностичним обладнанням, кваліфікованими слюсарями-ремонтниками, діагностами. З позиції закордонного досвіду, де на маршрутах громадського транспорту використовується високонадійний рухомий склад, такі вітчизняні ВТБ АТП не повинні існувати. Однак, з урахуванням сучасного соціально-економічного стану і наявного парку автобусів, сконструйованих і виготовлених за технологіями 80-х років минулого століття, існуючі ВТБ повинні функціонувати надалі розвиваючись у напрямку оновлення відповідним обладнанням і фахівцями.

На підставі попередньо обстеженої ВТБ одного з АТП м. Львова [1], та досліджених упродовж останніх трьох років показників експлуатаційної надійності автобусів [2], які обслуговують міські маршрути, встановлено невідповідність переліку обладнання і кваліфікації виконавців технології проведення ТО і Р. Це в результаті призводить до росту втрати працездатності автобусів на маршрутах з технічних причин: математичне сподівання щоденних з'їздів з лінії 6,189 авт./дн. (тобто кожного дня по більше, ніж 6 автобусів відмовляли); інтервали між відмовами становили в середньому 2,687 дн. З дисперсією 4,124 дн. [2].

Керівництво підприємства зацікавлене у підвищенні експлуатаційної надійності автобусів, оскільки ріст відмов їх знижує виторги за проїзд пасажирів. Нами були зібрані анкетні дані від водіїв та інженерно-технічних працівників (ІТП) ВТБ на предмет оцінки можливостей підвищення якості та розвитку передрейсового ТО автобусів. Була розроблена анкета для опитування водіїв, у яку включено 10 чинників, які впливають на повноту і якість виконання та організаційно-технічного забезпечення операцій передрейсового ТО: 1 – обов'язкове щоденне усіх (нормативних) операцій передрейсового ТО; 2 – виконання лише операцій, які забезпечують безпеку перевезень пасажирів; 3 – виконання лише операцій з перевірки працездатності гальмівних систем; 4 – виконання лише операцій з перевірки працездатності кермового керування і шин автобуса; 5 – виконання лише операцій з перевірки працездатності

механізмів відкривання-закривання дверей; 6 – виконання лише операцій з перевірки працездатності світлової сигналізації; 7 – обов’язкове щоденне виконання операцій передрейсового ТО; 8 – підвищення кваліфікації та оплати праці робітників, зайнятих передрейсовим ТО; 9 – оновлення парку ремонтно-технологічного та діагностичного обладнання; 10 – оновлення парку автобусів. Для ІТП з усього переліку перелічених 10 чинників залишили 5, які належать до їхньої компетенції: 1 – обов’язкове щоденне усіх (нормативних) операцій передрейсового ТО; 2 – виконання лише операцій, які забезпечують безпеку перевезень пасажирів; 3 – підвищення кваліфікації та оплати праці робітників, зайнятих передрейсовим ТО; 4 – оновлення парку ремонтно-технологічного та діагностичного обладнання; 5 – оновлення парку автобусів.

Інженерно-технічним працівникам ВТБ (10 осіб) потрібно було оцінити відповідними рангами (балами) важливість для підвищення якості виконання передрейсового ТО та рівня розвитку організаційно-технічного забезпечення. Чинник, який, на думку експерта, найважливіший, отримував ранг 1, менш важливий – 2, ще менш важливий – 3, менший від менш важливого – 4, не важливий – 5. Отже, максимальна кількість рангів становила 5.

З отриманих даних опитування про присвоєння експертами (ІТП) відповідних рангів щодо кожного чинника можна зробити такі висновки: 80% респондентів підтвердили потребу обов’язкового щоденного виконання усіх операцій передрейсового ТО (перший чинник); 30% вважають, що потрібно виконувати лише операції, які забезпечують безпеку руху (другий чинник); щодо 3-го, 4-го та 5-го чинників, то на думку експертів вони не істотно впливають на розвиток системи передрейсового ТО автобусів. Ці результати за першими двома чинниками частково корелюють з результатами опитувань водіїв: ІТП – 80%, водії 70% за першим чинником; ІТП – 30%, водії – 46% за другим чинником. ІТП ВТБ, так само як водії, вважають, що підвищення кваліфікації і оплати праці робітників, зайнятих передрейсовим ТО не відіграють вирішальну роль у розвитку цього виду технічного сервісу. Щодо оновлення парків ремонтно-технологічного і діагностичного та автобусів, то у думках ІТП і водіїв є розбіжності – для перших це не істотно впливає на згаданий розвиток, для водіїв істотно (75%).

Таким чином, наведені результати експертного опитування ІТП АТП щодо розвитку системи передрейсового ТО і порівняння їх з такими ж даними, отриманими від водіїв, засвідчують про потребу розроблення і впровадження невідкладних інженерно-технологічних заходів для виробничо-технічної бази АТП та її підрозділів з виділенням необхідного фінансового забезпечення.

Література

1. Форнальчик Є.Ю. До оцінки ефективності роботи ремонтно-обслуговувальної бази автобусних АТП / Є.Ю. Форнальчик // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця, 2016. – № 1. – С. 94-101.

2. Форнальчик Є.Ю. Експлуатаційна надійність автобусів міського громадського транспорту / Є.Ю. Форнальчик, М.А. Виджак // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. – Кременчук, 2016. – №1 (96). – С. 91-96.

Ходневич Микола Миколайович, студент, Київський національний університет будівництва і архітектури
Балака Максим Миколайович, асистент, Київський національний університет будівництва і архітектури, maxim.balaka@gmail.com

ДОВГОВІЧНІСТЬ ШИН ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Найважливішою властивістю самохідної машини та її елементів є надійність, тобто властивість зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах експлуатації, технічного обслуговування і ремонту, зберігання та транспортування. Надійність характеризується безвідмовністю, довговічністю, ремонтоздатністю та збереженістю.

Питанням підвищення довговічності автомобільних шин на стадії проектування та експлуатації присвячено значну кількість робіт теоретичного і експериментального характеру вітчизняних та закордонних авторів. Разом з тим стосовно великогабаритних шин позашляхового типу, приміром, для кар'єрних автомобілів-самоскидів, землерийно-транспортних і навантажувальних машин, такі дослідження практично відсутні.

Довговічність шини характеризується здатністю зберігати працездатність до настання граничного стану під час проведення встановлених робіт технічного обслуговування і ремонту, та визначається або терміном служби до неприпустимого зносу рисунка протектора [1], або до виходу її з ладу внаслідок розриву борта, відшарування протектора чи корда, тріщин протектора, динамічного розриву та інших механічних пошкоджень (рис. 1) [2].

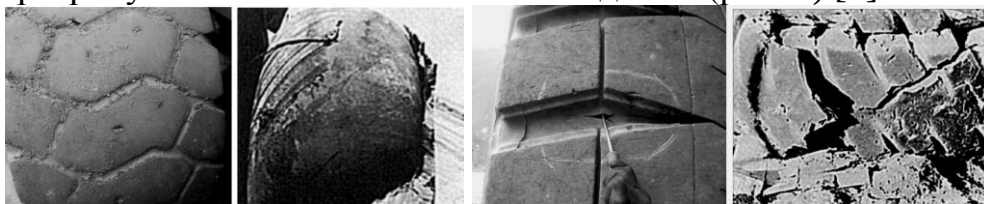


Рисунок 1 – Види пошкоджень шин: знос (а), відшарування (б), проникливий поріз (в) протектора, динамічний розрив (г)

Досвід експлуатації шин 21.00-33, 27.00-33 і 37.5-39 відповідно на самохідних скреперах МоАЗ-6014, ДЗ-13Б, ДЗ-115А і ДЗ-107, що працювали у надзвичайно важких умовах експлуатації на об'єктах дорожнього і меліоративного будівництва, показав їх достатньо високі тягово-зчіпні й швидкісні властивості, але, на жаль, малий в середньому на 14% фактичний термін служби порівняно з гарантійним, причому в 65...75% випадків – через неприпустимий знос рисунка протектора шини внаслідок інтенсивного

ковзання відносно опорної поверхні [3]. З іншого боку, тягово-зчіпні властивості колісного рушія і обумовлені силами тертя протектора шини по опорній поверхні руху.

Однак за своєю суттю знос є більш складним процесом, ніж зовнішнє тертя, і представляє собою результат сукупного впливу фізико-хімічних і механічних процесів, що відбуваються в поверхневому шарі контакту пневматичної шини з опорною поверхнею. Завдання попередження передчасного зносу і руйнування шин є складним та пов'язано з умінням визначити їх види [4], а також безпомилково виявити причину кожного руйнування шини.

Для характеристики довговічності шин використовують такі показники:

- інтенсивність зношування – швидкість процесу зношування, а знос – його кінцевий результат, що виражений в одиницях довжини, об'єму або маси;
- інтенсивність витрати ресурсу за фізичним змістом аналогічна інтенсивності зношування і є оберненою величиною терміну служби шини, але при цьому вона враховує всі причини зняття шини з експлуатації;
- термін служби (ресурс, норма пробігу) – це час, виражений в одиницях пройденого шляху (тис. км), протягом якого шина може надійно працювати в нормальних умовах експлуатації до досягнення граничного стану.

Довговічність шин залежить від багатьох різних факторів, що відрізняються за ступенем впливу, можливістю врахування під час експлуатації та усунення їх негативного впливу. Умовно їх можна розділити на дві категорії:

- 1) конструктивні фактори, які задаються виробником шин (склад гумової суміші, дотримання технологічного процесу при виробництві, конструкція профілю і рисунка протектора та інші вихідні характеристики шин);
- 2) експлуатаційні фактори, які залежать від умов роботи машини (радіальне навантаження на шину, тиск повітря в шині, швидкісний режим руху, температура навколишнього середовища, дорожні умови експлуатації).

Оскільки великогабаритні шини є трудомісткою продукцією високої одиничної вартості, а машинобудівна галузь не може безпосередньо впливати на умови роботи колісних машин, тому при експлуатації слід обов'язково враховувати вплив зазначених факторів на довговічність шин.

Література

1. Балака М. Н. Проявление различных видов износа при эксплуатации пневматических шин / М. Н. Балака, М. А. Антонков // Нефть и газ Западной Сибири : материалы Междунар. науч.-техн. конф., 17–18 окт. 2013 г. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – Т. 4. – С. 14–16.
2. Кротиков О. В. Оценка эффективности эксплуатации крупногабаритных шин на угольных разрезах ОАО ХК «СДС-Уголь» / О. В. Кротиков // Уголь : науч.-техн. и производственно-экономический журн. – М., 2013. – № 11. – С. 11–14.
3. Смирнов А. Г. Современные крупногабаритные шины внедорожного типа / А. Г. Смирнов, А. Н. Казарез, Э. К. Гейбер // Труды НИИКТШ. – 2000. – Вып. 14. – С. 38–42.
4. Скорняков Э. С. Крупногабаритные шины автомобилей и тракторов : монография / Э. С. Скорняков. – Днепропетровск : Пороги, 2000. – 264 с.

Худяков Ігор Валентинович, старший викладач Херсонська державна морська академія, igor.khudsakov563@gmail.com

Манжелей Віктор Стефанович, старший викладач Херсонська державна морська академія, cevikman@i.ua

Сатулов Анатолій Іванович, старший викладач Херсонська державна морська академія, anasat@ukr.net

Симоненко Роман Вікторович, к.т.н., доцент, ДП «ДержавтотрансНДІпроект», rsymonenko@insat.org.ua

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ КОМПЛЕКСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Постановка проблеми. Надійне та довгострокове функціонування технічної інфраструктури сучасного суспільства визначає основні показники його життєдіяльності й добробуту та, у значній мірі, пов'язане з еколого-економічними характеристиками, такими, як вплив на навколишнє середовище, питома використання енергоносіїв, витрати на створення, експлуатацію, ремонт та регенерацію машин та їх елементів.

Поступовий розвиток нових видів перевезень призвів до збільшення часу перебування рухомого складу далеко від основної виробничої бази, і, внаслідок цього, підвищилась роль профілактичного ТО автомобілів. Тому створення гнучкої «адаптивної» системи контролю та управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля стало першочерговим завданням.

Під адаптивною системою ТО і Р автомобілів розуміється система, яка завдяки зміні своєї структури і значень параметрів, може пристосовуватися до зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Рівень, якого досягла сучасна технічна діагностика (ТД), дозволяє при технічній експлуатації автомобілів реалізувати практично будь-які завдання щодо виявлення та прогнозування параметрів технічного стану автомобілів.

ТО і Р умовно називають індивідуальним технічним обслуговуванням (ІТО). Вид робіт в цьому випадку призначають на основі індивідуальних діагностичних даних.

У зв'язку із застосуванням на автомобілях складних високоефективних електронних систем управління, вбудованої бортової діагностики, розвитку супутникових систем навігації і мобільного зв'язку, сучасних технологій з'явилася можливість не тільки контролювати географічне положення ТЗ і здійснювати зв'язок з диспетчером підприємств АТ, але і здійснювати дистанційний моніторинг з оцінкою рівня технічного стану автомобіля, що цілком дозволяє реалізувати практично будь-які завдання по виявленню та прогнозуванню технічного стану автомобіля.

Наявна система ТО і ремонту сформувалася на базі спрощеної моделі функціонування транспортної інфраструктури:

Це в свою чергу дозволить перейти до індивідуальної (адаптивної) системі ТО і Р автомобілів.

В адаптивній системі прогнозування може проводитися на підставі результатів обробки діагностичної інформації відповідно до схеми прогнозування та управлінням технічним станом автомобіля із застосуванням АСУ.

Основні результати дослідження. В даному випадку інформацією про зміну технічного стану автомобіля є значення параметрів, які використовуються для прогнозування. Це календарні дати і значення напрацювання автомобіля, які відповідають зафіксованим значенням параметрів, а також інша інформація, яка знаходиться в центрі діагностування і отримана на основі комп'ютеризованих засобів діагностики. Вся ця інформація передається АСУ для обробки і це є основою формування масиву нормативно-довідкової і діагностичної інформації, необхідної для організації процесу прогнозування. Саме тому застосовують для ТЕА спеціально розроблені програмні засоби.

Основою автоматизованої адаптивної системи є база даних про автомобіль. Вона являє систему взаємопов'язаних таблиць. У ній розміщується інформація різного роду і тому вона базується на системі управління базами даних – Microsoft Access, що забезпечує відносно просте створення і коригування бази даних.

Технічне забезпечення сучасної системи прогнозування становить діагностичне обладнання, що застосовується в центрі діагностування, а також обчислювальні засоби АСУ технічним станом автомобілів.

Перший етап моніторингу транспортного засобу - це оцінка ефективності транспортного засобу для стандартних циклів руху. Це дає можливість оцінити ефективність деяких засобів для поліпшення паливної економічності і екологічності транспортного засобу рухових установок відповідно до конкретних умов експлуатації транспортного засобу. Математична модель системи «двигун-каталітичний нейтралізатор» використовується для цієї мети. Математична модель заснована на методі балансу обсягу. Модель дозволяє визначити економію палива, потужність двигуна і екологічні характеристики відповідно до його конструктивними параметрами, режим роботи, тип палива і параметри навколишнього середовища. Вхідні дані для моделювання є фактичні дані операції двигуна, отримані з циліндра датчика тиску; параметри двигуна в стаціонарних режимах роботи, отриманих в лабораторних експериментах; бортовий діагностики (БД) системні дані для відповідних режимів руху транспортного засобу. Набір даних в циліндрі робочих параметрів тіла, економія палива, потужність двигуна і екологічних характеристики в режимах роботи відповідно до режимів руху транспортного засобу в циклі руху визначаються під час моделювання. Економіка автомобільного палива та екологічні показники в циклі водіння наведені результати моделювання.

Другий етап моніторингу транспортних засобів є оцінка безпеки навколишнього середовища, коли транспортний засіб знаходиться в русі на реальному маршруті. Це можливо за допомогою OBD даних і поточних параметрів розташування транспортного засобу на основі системи глобального позиціонування (GPS даних). Набір даних реальних характеристик маршруту транспортного засобу визначаються відповідно до поточними даними про місцезнаходження транспортного засобу. Це є основою для визначення реальних сил опору руху транспортного засобу по маршруту. Використовуючи математичну модель системи «дорожній транспортний засіб», екологічна безпека оцінюється, коли транспортний засіб знаходиться в русі за певним маршрутом.

В цілому виконаний аналіз існування і створення адаптивних систем ТО і Р дозволяє підкреслити актуальність питання інформаційного забезпечення прогресивних систем ТО і Р.

Висновки. Розвиток інформаційного забезпечення автотransпортних процесів є, по-перше, умовою переходу автомобільного транспорту до автоматизованого управління технічним станом автомобілів на підставі гнучких «адаптивних» автоматизованих систем з індивідуальною корекцією періодичності та обсягів технічного обслуговування.

Моніторинг якості руху і технічного стану транспортних засобів дає можливість технічній службі отримувати інформацію про залишкову працездатність транспортних засобів і своєчасно здійснювати профілактичні впливи на основі їх параметрів технічного стану. Для диспетчера (суб'єкта управління) випереджаюча діагностика ТЗ є однією з технологій попередження втрат часу.

Література

1. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В., Володарець М.В. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 300 с.
2. Організація баз даних: практичний курс : Навч. посіб. для студ. / А. Ю. Берко, О. М. Верес; Нац. ун-т «Львів. Політехніка». - Л., 2003. - 149 с.
3. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотransпортний науково-дослідний і проектний інститут; За заг. ред. А.М. Редзюка. –К.: ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005. – 400 с.
4. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Кузнецов Е.С. – М.: Транспорт, 1982. – 224 с.
5. Зарубкин В.А. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта автомобилей в АТП / В.А. Зарубкин – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1976. – 126 с.
6. Волков В.П. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов, О.Б. Комов, І.В. Грицук // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. – №64 (970). – С. 36–42.
7. Gritsuk, I., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Volkov, V., “Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator,” SAE Technical Paper 2016-01-0204, 2016, doi:10.4271/2016-01-0204.

Дубінін Євген Олександрович, докт. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, dubinin-rmn@ukr.net
Клец Дмитро Михайлович, докт. техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, d.m.klets@gmail.com
Полянський Олександр Сергійович, докт. техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, khadi.pas@gmail.com

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПОЛОЖЕННЯ ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНИХ КОЛІСНИХ МАШИН

Ряд авторів [1, 2] підкреслює, що процес бічного перекидання шарнірно-зчленованих машин характеризується не тільки взаємодією коліс із опорною поверхнею, але й взаємним розташуванням секцій. При цьому вплив горизонтального шарніра рами на поперечну стійкість вивчений недостатньо. Найбільша ймовірність перекидання в поперечному напрямку для таких машин існує при знаходженні на граничному ухилі з максимально складеною рамою щодо осі перекидання, що проходить через характерні точки конструкції, паралельної горизонтальній утворюючій ухилу (спеціального стенда).

При складанні секцій одна відносно другої центри мас секцій зміщуються в бік осі перекидання. При цьому конфігурація опорних контурів шарнірно-зчленованої машини залежить також і від кута складання $\delta_{1,2}$. При балансірному з'єднанні секцій між собою опорні контури таких машин при $0^0 < \delta_{1,2} < 90^0$ являють собою для балансірної частини – рівнобічний трикутник з вершиною в точці перетинання продовження осі балансіра з вертикальною площиною, що проходить через вісь коліс небалансірної частини, і з основою, що проходить через центри майданчиків контакту коліс балансірної частини машини; для небалансірної частини – неправильний трикутник з вершиною в точці перетинання осі балансіра з вертикальною площиною, що проходить через вісь коліс балансірної частини, і з основою, що проходить через центри майданчиків контакту коліс небалансірної частини машини [3]. Після замикання балансіра обидві секції будуть мати загальний опорний контур, вісь перекидання машини в цьому випадку буде являти собою відрізок, що з'єднує між собою центри майданчиків контакту коліс балансірної й небалансірної частин машини.

У результаті проведених досліджень розроблено удосконалений метод оцінювання кутів статичної стійкості, адаптований для шарнірно-зчленованих колісних машин з урахуванням особливостей їх конструкції (урахування взаємного складування секцій). Для таких машин рекомендується перевірка стійкості найменш стійкої секції та при блокуванні шарніра. Також необхідно враховувати зсув секцій внаслідок деформації шин. Встановлено, що врахування розроблених рекомендацій для оцінювання статичної стійкості шарнірно-зчленованих колісних машин дозволяє суттєво підвищити точність

такого оцінювання. Для обраних параметрів шарнірно-зчленованого трактора з номінальним тяговим зусиллям 30 кН встановлено, що кут статичної стійкості передньої секції знижується на 15–30%, при цьому аналогічний параметр задньої секції зменшується не більше ніж на 8–10%, порівняно з відомим підходом. Це пов'язано, насамперед, з конструктивними особливостями машини та розташуванням горизонтального шарніра. Врахування кутів повороту секцій в площині дороги $\delta_1 = \delta_2$ в межах до 15° дозволяє уточнити кути статичної стійкості до 5° .

Практичне втілення методу запропоноване у вигляді розробленого програмного забезпечення SPSAV (Static Position Stability of Articulated Vehicles). Зовнішній вигляд екранної форми програми представлений на рисунку 1.

The screenshot shows the 'Static Position Stability of Articulated Vehicles (SPSAV)' window. It contains two main sections: 'Введення вихідних даних:' (Input data) and 'Результати розрахунку:' (Calculation results). The input section has fields for various parameters, and the results section shows the calculated stability angles.

Введення вихідних даних:	
Колія B, м	1,86
Висота центру мас hc1, м	1,04
Висота центру мас hc2, м	0,75
Кут повороту δ_1 , град	15,0
Кут повороту δ_2 , град	15,0
Радіус колеса статичний Rст, м	0,6
Радіус колеса вільний Rв, м	0,8
Відстань від передньої вісі до шарніру L1, м	1,48
Відстань від задньої вісі до шарніру L2, м	1,38
Відстань від центру мас передньої секції до шарніру l1, м	1,25
Відстань від центру мас задньої секції до шарніру l2, м	1,1

Below the input fields is a blue button labeled 'РОЗРАХУНОК'. To the right of the input fields is a diagram of an articulated vehicle with dimensions labeled: L_1 , L_2 , l_1 , l_2 , B , C_1 , C_2 , δ_1 , and δ_2 .

Результати розрахунку:	
Кут поперечної статичної стійкості передньої секції α_1 , град	32
Кут поперечної статичної стійкості задньої секції α_2 , град	46

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд екранної форми програми SPSAV

Програма призначена для попереднього оцінювання статичної стійкості шарнірно-зчленованих колісних машин без використання високовартісного устаткування. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні та сертифікації шарнірно-зчленованих машин.

Література

1. Маршак С. Ф. Статическая и динамическая устойчивость одноосных тягачей с полуприцепами: автореф. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук / С. Ф. Маршак. – М., 1966. – 20 с.
2. Пospelов Ю. А. Устойчивость трактора / Пospelов Ю. А. – М.: Машиностроение, 1966. – 248 с.
3. Надежность в технике. Оценка параметров безопасности колесных и гусеничных машин по опрокидыванию. Характеристики динамической и статической устойчивости: РД 50-233-81. – [Введ. в действие 1981-01-28]. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 62 с.

Дудукалов Юрій Володимирович, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
ncc_delcam@khadi.kharkov.ua

Згонник Вадим Віталійович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ncc_delcam@khadi.kharkov.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РИХТУВАЛЬНИХ СТЕНДІВ ДЛЯ КУЗОВНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Для кузовного ремонту легкових автомобілів на технологічних операціях зварювання та рихтування застосовується різне обладнання. До складу такого обладнання входять рихтувальні столи, стенди або аналогічні пристрої, які оснащені відповідними кріпильними пристосуваннями. За їх допомогою легковий автомобіль фіксується на рихтувальному столі, а відповідними тяговими пристроями здійснюється виправлення пошкоджених конструкцій легкового автомобіля.

Сучасні конструкції кузовів легкових автомобілів мають складні геометрію та структуру, деталі кузова виконуються з різних матеріалів. Застосовуються підсилювачі конструкції, такі як вставки з високоміцної сталі, що забезпечують підвищення жорсткості і міцності.

Під час рихтування окремих деталей і ділянок пошкоджених кузовів легкових автомобілів потрібно відповідно враховувати ту обставину, що ці матеріали вимагають підвищених зусиль для деформування. Це обумовлює необхідність створювати великі зусилля під час проведення рихтувальних робіт. При цьому вплив відповідних напружень рихтування треба локалізувати в потрібних місцях, де проводиться виправлення конструкції, враховуючи суттєву різницю в міцності окремих деталей кузова. Також необхідно забезпечити відповідний напрям впливу зусиль, щоб вони діяли тільки на пошкоджену зону, і не допустити будь-якого впливу цих зусиль на неушкоджені зони. Якщо ця обставина не береться до уваги, то можливі під час рихтування пошкодженої зони всякі небажані зміни в інших зонах, що залишалися неушкодженими.

До недоліків стендів, робота яких побудована на визначенні величини і напрямку деформацій пошкодженого кузова можна віднести:

- відсутня можливість накопичення інформації по виконаних ремонтах кузовів різних моделей з фіксацією первинного стану і оцінкою якості відновлення, що дало б змогу порівнювати не лише з еталоном, а й аналогічними по технічному стану моделями кузовів автомобілів;
- обмеженість інформації, що може бути використана для управління та контролю за ремонтними операціями для проведення якісного та бездефектного рихтування.

Для підвищення ефективності такого технологічного обладнання необхідно розширити його функціональні та технічні можливості за рахунок створення інформаційного супроводження технологічних операцій.

Застосовується вимірювання переміщень та їх похідних за часом по геометрії кузова, накопичення та класифікаційний аналіз інформації по первісному стану кузовів різних моделей автомобілів, накопичення та класифікаційний аналіз інформації по проведенню процесів рихтування кузовів різних моделей автомобілів, підготовка для оператора рекомендацій по характеристикам процесу рихтування, накопичення та класифікаційний аналіз інформації по оцінці якості ремонту.

Для підвищення продуктивності та гнучкості до стенду для правки кузовів вводиться система вимірювання переміщень та їх похідних за часом по геометрії кузова за допомогою датчиків, блок управління з обчислювачем і зовнішньою пам'яттю для накопичення та класифікаційного аналізу інформації по станам кузовів різних моделей, а також блок відображення інформації для представлення оператору рекомендацій по проведенню ремонтних операцій, зокрема з пристроями впливу на зону деформації.

В процесі виконання технологічної операції рихтування під дією сил розтягування відслідковується зміна значення переміщень та їх похідних. Ця інформація обробляється належним чином із застосуванням програм штучного інтелекту по розпізнаванню та класифікаційному аналізу стану деталей кузова, що повинно перешкоджати виникненню дефектів в процесі рихтування (розриви деталей, пошкодження зварювальних швів, тощо). Зокрема, може бути рекомендовано додатково застосувати пристрої нагріву і охолодження для впливу на зону деформації. Щоб забезпечити бездефектний ремонт потрібно виконувати відповідну локалізацію впливу зусиль деформації. Локальні пристрої нагріву і охолодження з регуляторами потужності впливу та блоками управління встановлюються на пристроях просторового позиціонування.

В процесі рихтування під дією сил розтягування із застосуванням локальних пристроїв нагріву і охолодження з регуляторами потужності впливу відслідковується зміна значення переміщень та їх похідних. Ця інформація також обробляється належним чином із застосуванням програм штучного інтелекту по розпізнаванню та класифікаційному аналізу стану деталей кузова і накопичується в блоці зовнішньої пам'яті. Для управління процесом рихтування оператору пропонуються рекомендації по просторовому позиціонуванні пристроїв нагрівання та охолодження і встановленню потужності впливу для кузовів відповідних моделей автомобілів.

Таким чином, технологічне обладнання реалізується як самонавчальний стенд для рихтування кузовних деталей і знайти застосування для високопродуктивного та якісного виконання технологічних операцій відновлення кузовів автомобілів.

Високий рівень технічних характеристик забезпечується використанням системи управління з самонавчальними базами знань, які накопичують інформацію про початковий та вихідний стан кузовів для їх різноманітних конструкцій, апробовані алгоритми технологічних переходів, включаючи характеристики тягових зусиль і додаткових пристроїв нагрівання та охолодження, що, в свою чергу, дозволить підвищити продуктивність ремонту і

якість виробів після ремонту за рахунок індивідуалізованого виконання технологічних процесів, що враховують фізико-механічні властивості матеріалів і фактичний стан технічного об'єкту.

Маханьков Віктор Анатолійович, старший викладач кафедри автотехнічного забезпечення факультету підготовки спеціалістів матеріально-технічного забезпечення Військової академії (м. Одеса), ober2007@ukr.net

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРАЗКІВ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Одним з ключових аспектів національної безпеки є підтримання необхідного рівня бойової готовності Збройних Сил (ЗС) України. Це стосується як бойової підготовки, так і стану озброєння та військової техніки (ОВТ). Основною складовою частиною ОВТ для виконання різноманітних головних завдань під час бойових дій є військова автомобільна техніка (ВАТ) як основний вид транспорту Збройних Сил України. Саме вона широко застосовується у всіх локальних війнах і збройних конфліктах, у миротворчій діяльності військ та при виконанні завдань повсякденної діяльності військ.

Нажаль, на теперішній час на укомплектуванні наших військ знаходяться застарілі автомобілі зі значним терміном експлуатації. Від підтримки таких машин в належному технічному стані залежить бойова готовність військ. Надійне виконання цього завдання потребує зараз укомплектування військ сучасними зразками автомобільної техніки, особливо автомобільних базових шасі, потребує наявності сучасної, насиченої обладнанням, приладами і інструментом матеріально-технічної бази.

Але, виконання цього важливого завдання зараз значно ускладнено, тому що, наприклад, технічне обладнання парків військових частин перебуває далеко не в кращому стані. Явно не вистачає обладнання для обслуговування і ремонту, а те, що маємо, давно зношене, застаріле фізично. Розширення і зміцнення виробничої бази парків за рахунок нового будівництва зараз також є нереальним по тій же причині – через відсутність необхідних коштів. Тому, підтримання автомобільної техніки в належному технічному стані на сучасному етапі розвитку ЗС України є актуальною проблемою.

Досвід застосування військ в ході Операції Об'єднаних сил свідчить про наявність низки проблем у площині практичної реалізації цієї проблеми, а саме: вирішення завдань доукомплектування, експлуатації та

відновлення автомобільної техніки; забезпечення частин (підрозділів) військово-технічним майном; розбалансована системи управління плановими ремонтами техніки. Причинами та наслідками такого стану справ є наступне:

1. Скасування практики вивчення посадовими особами техніки галузей національної економіки України, які приписані до частин для покриття поточного некомплекту, та недосконалість нормативно-правової бази вирішення цього питання призвело до постачання у війська машин у незадовільному технічному стані, з порушенням вимог щодо взаємозамінності вантажності та можливостей з перевезення особового складу.

2. Недостатня увага командирів усіх рівнів щодо підтримання працездатного стану АТ призвела до поступового накопичення машин, які потребують різного виду ремонту. При цьому обсяги відновлення стали зрозумілі на етапі виконання завдань з її приведення до використання за призначенням.

3. Переформування (скорочення) ремонтно-відновлювальних підрозділів тактичної ланки призвело до зниження практичних навичок особового складу проводити ремонт АТ, особливо з використанням рухомих засобів технічного обслуговування та ремонту в польових умовах. У свою чергу це обумовило різке збільшення кількості несправних зразків у частинах (підрозділах) внаслідок того, що особовий склад ремонтних підрозділів не в змозі охопити наявний ремонтний фонд.

Таким чином, глибокий аналіз організації автотехнічного забезпечення частин (підрозділів) за досвідом антитерористичної операції дасть можливість сформувати таку систему, яка буде стійкою та адаптованою до будь-яких умов обстановки, що значно підвищить ефективність застосування частин (підрозділів), які укомплектовані автомобільною технікою, в тому числі засобами рухомості озброєння.

Найбільш прийнятними шляхами реалізації цих заходів є отримання і введення до строю нових або швидке відновлення і повернення до строю пошкоджених зразків АТ.

Перший шлях є занадто витратним, другий, за умови діючої системи відновлення, є більш раціональним. При цьому, за умови значного віддалення частин і підрозділів від пунктів постійної дислокації особливої актуальності набуває наявність ефективних рухомих засобів відновлення.

На думку фахівців, рухомі засоби відновлення за місцем їх використання можуть поділятися на групи переднього краю, тактичної та оперативної зон дії:

- до першої групи належать засоби, які функціонують за умов безпосереднього зіткнення з противником, і частина рухомих засобів відновлення тактичної та оперативної зон, що призначені для технічної розвідки та евакуації пошкоджених і застряглих зразків;

- до другої групи – засоби, що діють на збірних пунктах пошкоджених машин, і засоби відновлення підрозділів, які не призначені для дії на передньому краї;
- до третьої групи – рухомі засоби відновлення оперативного рівня.

Висновок

На основі вищевикладеного найбільш перспективним напрямом розвитку засобів відновлення зразків ВАТ можна вважати розробку універсальних для груп тактичного рівня рухомих засобів відновлення на уніфікованій базі (відповідно до озброєння підрозділів) з високими характеристиками живучості та рухомості.

Для оперативного рівня доцільним є розроблення рухомих засобів відновлення на уніфікованій автомобільній базі (вітчизняного виробництва) підвищеної мобільності.

За основу при розробленні комплексу обладнання рухомих засобів відновлення повинен бути покладений принцип скорочення номенклатури та об'ємно-масових характеристик обладнання без зменшення його виробничих і технологічних можливостей. При цьому найбільш прийнятними шляхами реалізації поставлених завдань є:

- оптимальна кількість рухомих засобів відновлення у ланках ремонтно-відновлювальних підрозділах;
- уніфікація рухомих засобів відновлення за базовими шасі та обладнанням;
- забезпечення рухомості і живучості рухомих засобів відновлення зі збереженням рівня таких характеристик, як довговічність, безвідмовність, ремонтпридатність, міжремонтні терміни тощо;
- розроблення і впровадження нових методів відновлення зразків ОБТ та їх складових;
- розроблення високопродуктивного, малогабаритного обладнання з використанням сучасної елементної бази і технологій відновлення зразків;
- скорочення номенклатури технологічного обладнання.

Література

1. Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів: навчальний посібник / Б.О. Дем'янчук, С.М. Верпівський, В.М. Меленчук – Одеса: Військова академія, 2015. – 330с.
2. Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень: навчальний посібник / Б. О. Дем'янчук, О. В. Малишкін. – Одеса : Військова акад. МО України, 2014. – 208 с.
3. Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів: навчальний посібник / Б.О. Дем'янчук, В.А. Маханьков, В.Ф.Обертас – Одеса : 2017. – 230с.

ВПЛИВ МЕТОДУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЧАСТИНИ ЦИЛІНДРІВ НА ПОКАЗНИКИ ДВИГУНІВ КОЛІСНИХ МАШИН

Відомо, що двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) різних колісних машин в умовах експлуатації працюють в основному на режимах, що не потребують максимальної потужності, при цьому режими холостого ходу (ХХ) в місті становить до 25% від загального часу. Режими ХХ і малі навантаження є неефективними, з позиції згоряння палива при традиційному дроселюванні, тому їм притаманні низький ККД. В цьому зв'язку метод регулювання потужності двигуна шляхом відключення частини циліндрів (ВЧЦ) на режимах часткових навантажень і холостого ходу є одним з ефективних способів економії палива. Залежно від варіанту реалізації ВЧЦ, умов експлуатації та категорії колісної машини отримана економія палива до 40%.

Існують різні способи реалізації відключення циліндрів двигуна. Вони діляться на дві великі групи:

- зупинка кривошипно-шатунного механізму (КШМ);
- відключення системи живлення.

Зупинка КШМ (модульний ДВЗ) є найефективнішим способом відокремлення (економія палива до 40%). В даний час є відомості про випробування автомобіля Alfa-Romeo 301.2, обладнаного модульним ДВЗ. При випробуваннях по їздовому циклу Правил №15 ЄЕК ООН отримано поліпшення паливної економічності на 24,5-38,2% в залежності від маси вантажу.

Однак конструктивна розробка модульних двигунів є надзвичайно складним завданням. При цьому знижується надійність, збільшується вартість технічного обслуговування і підвищуються вимоги до кваліфікації сервісного персоналу.

Відключити циліндри від системи живлення можна двома способами:

- припиненням подачі свіжого заряду в циліндри;
- припиненням подачі палива в циліндри.

Припинення подачі заряду в циліндри здійснюється шляхом зупинки клапанного механізму. Основним вузлом в системі відключення клапанів є блокувальний механізм з електромагнітним або гідравлічним приводом, який забезпечує можливість розриву кінематичного зв'язку між деталями газорозподільного механізму.

Однак застосування цього способу пов'язане зі значними ускладненнями механізму газорозподілу і системи управління, а також викликає проникнення масла в робочі порожнини циліндрів.

Пропонується спосіб відключення циліндрів (ВЦ), який застосуємо до сучасних ДВЗ, будь-то з іскровим запалюванням чи дизельних з механічним приводом та електромеханічним приводом подачі палива.

Під програмою відключення циліндрів ДВЗ розуміється порядок чергування процесів згоряння в циліндрах двигуна. Наприклад, для 8-циліндрового двигуна з порядком роботи циліндрів 1-5-4-2-6-3-7-8 представлені дві програми відключення циліндрів, причому перша - "1 через 1", де постійно відключені два циліндри, друга – "1 через 2", де відключаються циліндри чергуються.

Результати стендових випробувань двигуна КамАЗ-740.1 з використанням запропонованої системи управління паливоподачею показали:

- при відключенні двох циліндрів постійно витрата палива знизився на 30%;
- при циклічному відключенні за програмою "1 через 2" Витрата палива знизився на 18%;
- при відключенні одного циліндра постійно витрата палива знизився на 14%;
- при циклічному відключенні за програмою "1 через 4" витрата палива знизився на 12%;
- при циклічному відключенні за програмою "1 через 5" витрата палива знизився на 5%.

Основним недоліком ВЧЦ (крім модульних двигунів) є збільшення нерівномірності крутного моменту і ходу ДВС. в результаті чого зростають вібрації силового агрегату, які збільшують знос деталей колісної машини і погіршують санітарно-гігієнічні умови роботи водія.

Для оцінки впливу ВЧЦ на динамічні характеристики ДВЗ була розроблена математична модель і методика (за основу взята стандартна методика розрахунку ДВЗ) визначення сил та моментів, що діють в КШМ ДВЗ з відключати циліндрами, що працює на режимах холостого ходу і часткових навантажень.

З вищесказаного випливає, що запропонований спосіб ВЦ виключає недоліки суспільних варіантів, а також застосування даного способу призводить до зниження витрати палива ДВЗ, що працює на холостому ходу, до 30%. Запропонована система керування ДВЗ дозволяє задавати різні програми і може використовуватися при виборі найбільш оптимального варіанту ВЦ у двигунів різних розмірних груп.

Аналіз результатів математичного моделювання дозволяє зробити наступні висновки:

1. Розроблена методика дозволяє швидко і якісно визначати сили і моменти, що діють в КШМ ДВЗ як з відключати циліндрами, так і без відключення, що працює на різних навантажувальних і швидкісних режимах (варіювати вихідними даними).

2. Амплітуда коливань нормальної сили, що визначає знос циліндро-поршневої групи в працюючому циліндрі, вище, тому ВЧЦ дає передумови до збільшення ресурсу ДВЗ.

3. Відключення циліндрів ДВЗ за різними програмами приводить до збільшення коефіцієнта нерівномірності сумарного крутного моменту, що негативно впливає на вібронавантаженість силового агрегату.

Подригало М.А., докт. техн. наук, зав. каф. ТМ и РМ, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Гацько В.И., канд. техн. наук, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Абдулгасис А.У., канд. техн. наук

Забелышинский З.Э.

ВЕРОЯТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОГО РАДИУСА КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ

Динамический радиус является важным параметром шины, определяющим тягово-скоростные и тормозные свойства автомобиля. Указанный радиус равен отношению крутящего момента на колеса к тяговой силе на оси. Определение динамического радиуса колеса как теоретическим так и экспериментальным путем достаточно сложно и требует использования сложных математических моделей и экспериментального оборудования.

В настоящей статье предложен простой вероятный метод оценки динамического радиуса колеса автомобиля, использующий правило «трех сигм».

Проведенный анализ литературных источников показал отсутствие каких либо простых расчетных методов оценки динамического радиуса колеса автомобиля. Предложенный метод вероятностной оценки динамического радиуса колеса, базирующийся на использовании правила «трех сигм», позволил определить указанный радиус как среднее арифметическое значение величины свободного и статического радиусов колес.

Средние квадратические отклонения значений динамического радиуса для рассматриваемых в качестве примера 10-ть моделей шин находятся в пределах от 3 до 5,5 мм, что незначительно.

Подригало Михайло Абович, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Мазін Олексій Сергійович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Коробко Андрій Іванович, канд. техн. наук., доцент, провідний науковий співробітник, Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого

АНАЛІЗ ВИКОНАННЯ АВТОМОБІЛЕМ МАНЕВРУ «ПЕРЕСТАВКА» ТРАДИЦІЙНИМ СПОСОБОМ І ЗА РУХУ «КРАБОМ».

При русі автомобіля на повороті (як і в інших випадках маневрів, що супроводжуються відведенням шин) на цей час не враховуються витрати енергії, пов'язані із уводом шин. Також не досліджені витрати енергії при русі автомобіля «крабом». Цікавим є порівняння затрат енергії двигуна при традиційному маневрі «переставка» з використанням кінематичного, динамічного або комбінованого способів повороту і порівняння їх з маневром «рух крабом». Збільшення швидкості виконання маневру «переставка» за найменших додаткових затрат потужності двигуна зменшує час здійснення цього маневру, що позитивно впливає на підвищення безпеки руху.

Маневр переставка є складним маневром, оскільки здійснюється за декількох керівних впливів. За традиційного способу таких впливів чотири (два входи в поворот і два виходи), а за руху «крабом» – два (вхід в маневр і вихід із нього). Розглядаючи схему руху автомобіля за виконання маневру при русі «крабом», стадіями перехідних процесів (входу в маневр і виходу із нього) можна знехтувати через їх відносно малу тривалість.

За виконання маневру «переставка» традиційним способом траєкторія руху складається із трьох ділянок: двох криволінійних і однієї прямолінійної. За руху «крабом» (якщо знехтувати динамічною стадією повороту направляючих коліс) траєкторія має одну прямолінійну ділянку.

У доповіді наведено результати аналізу виконання автомобілем маневру «переставка» традиційним способом і за руху «крабом». Визначено час здійснення маневру і бокове зміщення автомобіля при здійсненні маневру традиційним способом і за руху «крабом».

Встановлено, що при виконанні маневру «переставка» з використанням руху «крабом» подовжнє переміщення автомобіля менше ніж при виконанні указанного маневру традиційним способом.

Таким чином, на прикладі виконання автомобілем маневру «переставка» доведено, що використання руху «крабом» дозволяє, у порівнянні з традиційним способом, скоротити час виконання маневру. При цьому скорочується і подовжнє переміщення автомобіля при виконанні указанного маневру. Слід розуміти, що рух «крабом» можливий лише у повно привідних автомобілів. Інакше рух автомобіля буде криволінійним.

Подригало Михайло Абович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com
Тарасов Юрій Володимирович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yuriy.ledde@gmail.com
Коробко Андрій Іванович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ak82andrey@gmail.com
Радченко Ігор Олександрович, к.в.н., доцент, Національна академія національної гвардії України, radik19702603@gmail.com

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІД ЧАС ВИБІГУ АВТОМОБІЛЯ

Відомо спосіб вимірювання коефіцієнту аеродинамічного опору [1], що заключається у продувці зменшених моделей або натурних зразків машин в аеродинамічній трубі.

Недоліком цього способу є його дороговизна, а також неможливість відтворення умов руху машини по дорозі, а достовірність отриманих в аеродинамічній трубі даних визначається дотриманням критеріїв теорії подоби. Крім цього, недоліком даного способу є те, що машина (її модель) продуваються з однаковою швидкістю руху повітря, що, в свою чергу, не дає можливості розповсюдити результати випробувань на весь діапазон швидкостей з якому може рухатись машина.

Відомо також інерційний метод вимірювання аеродинамічних параметрів автомобілів [1] методами однократного і двократного вибігу, який заключається у тому, що автомобіль рухається накатом на нейтральні передачі в умовах безвітряної погоди по рівній дорозі; для двох заданих швидкостей руху v_1 (висока швидкість) і v_2 (мала швидкість) заміряється час необхідний для того, щоб автомобіль при цих умовах сповільнився від v_1 до v_2 ; ця інформація використовується для розрахунку середніх значень сповільнень a_1 і a_2 ; аеродинамічні параметри розраховуються за спеціальною методикою використовуючи в якості вхідних даних величини v_1 , v_2 , a_1 і a_2 .

Недоліком цього способу є те, що подовжнє прискорення автомобіля вимірюється непрямими методами, що призводить до значних похибок. Також недоліком є те, що при розрахунку значень параметрів аеродинамічного опору не враховуються значення швидкостей між v_1 і v_2 , що призводить до неадекватності реальності математичної моделі вимірювання.

Найближчим аналогом є інерційний спосіб вимірювання коефіцієнту аеродинамічного опору [2], згідно з яким автомобіль розганяється на рівній горизонтальній дорозі до швидкості близької до максимальної і починає рухатись накатом (вибіг) з вимкненою передачею, за допомогою «п'ятого колеса» (або інших вимірювачів швидкості) реєструється швидкість руху в залежності від часу вибігу. Параметри аеродинамічного опору визначаються

шляхом розв'язання системи двох рівнянь руху автомобіля накатом у два моменти часу.

Недоліком аналогу є те, що указаний спосіб вимірювання коефіцієнту аеродинамічного опору потребує складної вимірювальної апаратури для вимірювання сповільнення і швидкості руху, точної синхронізації по часові моментів вимірювання сповільнення і швидкості руху, та, в окремих випадках, наявності розмітки дороги на якій проводяться вимірювання. Крім цього недоліком є те, що в процесі вимірювання коефіцієнту аеродинамічного опору необхідно впродовж усього часу вибігу здійснювати рішення системи двох рівнянь руху машини для двох моментів часу, за рахунок чого накопичується похибка вимірювання.

З огляду на вищевказані недоліки і переваги сучасних вимірювальних систем, пропонуємо спосіб для підвищення точності та зменшення працевитрат на вимірювання аеродинамічних параметрів автомобілів, шляхом введення нового показника прискорення (сповільнення).

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб вимірювання коефіцієнту аеродинамічних параметрів автомобілів, згідно корисної моделі, передбачає розгін автомобіля до швидкості 0,8 від максимальної, руху автомобіля накатом (вибіг) і вимірювання в процесі вибігу сповільнення автомобіля, який відрізняється тим, що за значеннями сповільнень у два моменти часу, виміряних через встановлений інтервал часу, визначають темп зменшення сповільнення та за спрощеною моделлю розраховують аеродинамічні параметри.

Запропонований спосіб вимірювання аеродинамічних параметрів автомобілів, шляхом введення нового показника темп зменшення сповільнення, дозволяє підвищити точність вимірювання за рахунок зменшення випадкової похибки непрямих вимірювань та зменшення працевитрат на виконання способу за рахунок спрощення моделі вимірювання.

Література

1. BOSCH. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с. : ил.
2. Коробко А. І. Метод визначення сумарної сили опору руху автомобіля за допомогою датчиків лінійних прискорень / М. А. Подригало, А. І. Коробко, Д. М. Клец, О. О. Назарько, А. М. Мостова // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – 2010. – Вип. 28 (травень, 2010). – С. 432-434.

Рудь Максим Петрович, канд. техн. наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, hochspannung77@gmail.com

Пилипенко Олександр Михайлович, докт. техн. наук, професор, Черкаський державний технологічний університет

Солтус Анатолій Петрович, докт. техн. наук, професор, Черкаський державний технологічний університет

ОЦІНКА ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ АВТОДЕТАЛЕЙ З ПОЛІБУТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ ВИГОТОВЛЕНИХ МЕТОДОМ 3D-ДРУКУ

Технології 3D-друку (або адитивного виробництва) представляють собою групу технологій в яких виготовлення виробу здійснюється за рахунок нарощування матеріалу шар за шаром. Перевагою цих технологій є дуже висока гнучкість порівняно з традиційними методами [1]. Вони дозволяють відтворити в матеріалі практично будь-яку тривимірну форму спроектовану з допомогою CAD програм.

Технологія моделювання методом наплавлення Fused Deposition Modeling (FDM) – ця назва найбільш відома, однак вона є зареєстрованою торговою маркою Stratsys Inc., тому більшо доцільно використовувати назву Fused filament fabrication (FFF). На сьогодні FFF-технологія є найбільш поширеною та доступною з технологій 3D-друку. Дана технологія інтенсивно розвивається постійно розширюючи сферу застосування та перелік доступних матеріалів з широким вибором властивостей. Одним з матеріалів, який значно розширить можливості використання FFF-принтерів є полібутилентерефталат.

Полібутилентерефталат (ПБТ, РВТ, $(C_{12}H_{12}O_4)_n$) – належить до родини термопластичних поліестерів. ПБТ є напівкристалічним полімером, що використовується здебільшого для лиття під тиском для технічних застосувань [2, 3]. Області його застосування включають машинобудування, автомобільну промисловість, електротехніку та електроніку, радіотехніку, точну механіку, побутову техніку, товари широкого вжитку. Виробництво цього матеріалу постійно зростає. За прогнозами за 10 років виробництво ПБТ зросте у двічі. 32% світового виробництва ПБТ використовуються в автомобільній промисловості [4]. Використання полібутилентерефталату як конструкційного термопластичного матеріалу пов'язано з його базовими властивостями і можливістю різноманітної модифікації матеріалу. ПБТ має високі трибологічні характеристики внаслідок відмінних ковзних властивостей і дуже високої стійкості до зношування, стійкий до тривалих статичних навантажень, до теплового старіння, до багатьох розчинників, таких як спирти, ефіри, вуглеводні, а також до жирів і масел, таких як паливо, гальмівна рідина, добре піддається механічній обробці, має широкий діапазон експлуатаційних температур готової продукції (від $-30^{\circ}C$ до $+120^{\circ}C$) [5]. Завдяки вказаним перевагам ПБТ використовується в автомобілях для виготовлення елементів автоелектроніки (корпуси високовольтних електроприладів, електричні

роз'єми, ізолятори), деталей механіки (зубчасті колеса допоміжних механізмів). Водночас можливості використання полібутілентерефталату в якості матеріалу для 3D-друку вивчені недостатньо. Значний інтерес представляє оцінка втомної міцності таких виробів з врахуванням їх шаруватої структури [6].

Метою цієї роботи є дослідження втомного руйнування виробів з полібутілентерефталату виготовлених методом наплавлення з врахуванням орієнтації шаруватої структури деталі відносно напрямку прикладеного циклічного навантаження.

На рисунку 1а представлено розміри дослідного зразка надрукованого на 3D-принтері. На рисунку 1б показана схема проведення експерименту. Зразок здійснює обертання з постійною швидкістю ω , яку можна регулювати. Широка частина зразка кріпиться до валу двигуна. Вузька частина представляє собою консольну балку до якої прикладено навантаження направлене вниз (вантаж на вальниці). Таким чином при обертанні зразка матеріал консольної балки піддається симетричному знакозмінному навантаженню.

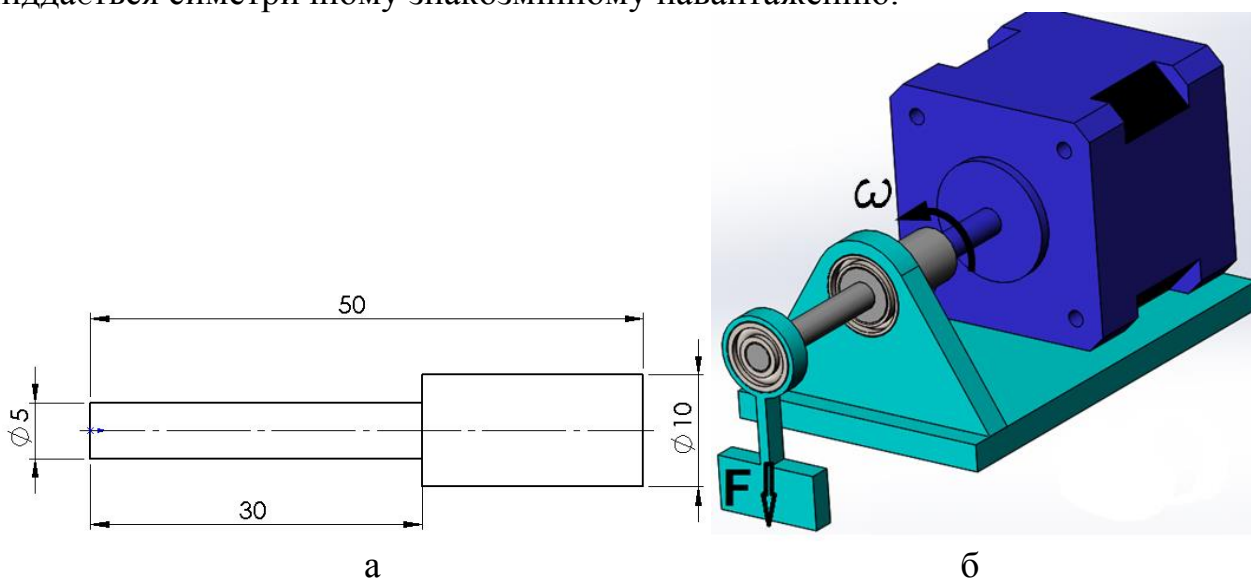


Рисунок 1 – Схема дослідження втомної міцності виробів

Для проведення досліджень було виготовлено дві групи зразків з повздовжнім (рис. 2а) та поперечним (рис. 2б) розташуванням шарів під час друку. Механічні властивості 3D-друкованих виробів суттєво залежать від параметрів друку. Однак головною метою дослідження є в першу чергу визначення дослідження умов та характеру втомного руйнування таких виробів. Тому всі зразки були виготовлені з однаковими режимами.

Таблиця 1 – Основні параметри друку

Діаметр сопла:	0,2 мм
Товщина шару:	0,1 мм
Температура друку:	260°C,
Температура стола:	110°C,
Температура камери:	60°C,
Заповнення:	100%
Швидкість друку:	40 мм/с

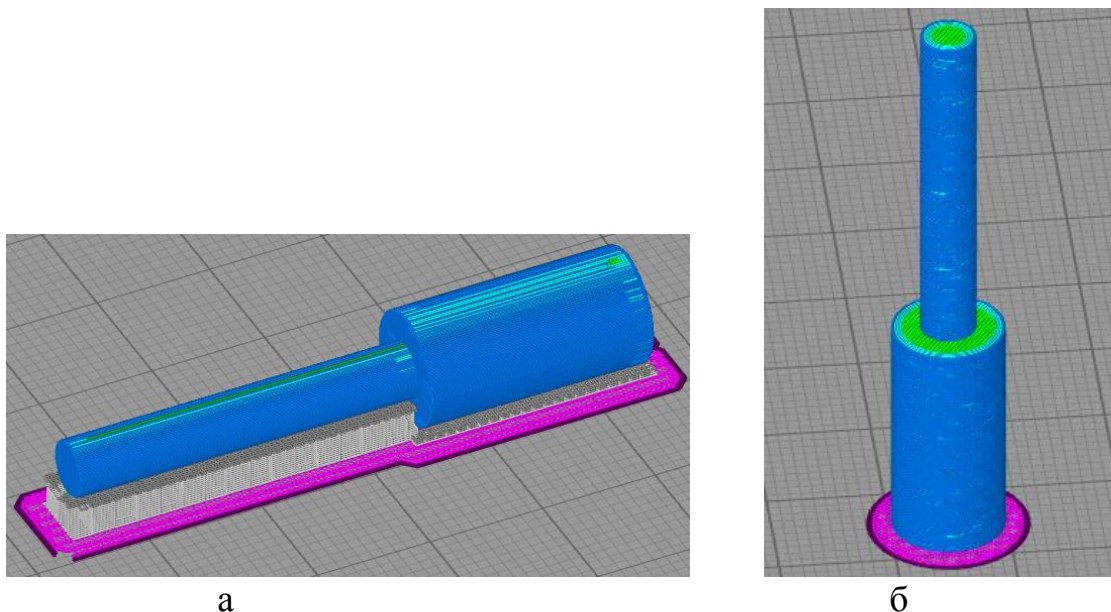


Рисунок 2 – Способи виготовлення дослідного зразка

Оскільки вироби з ПБТ під час 3D-друку схильні до термодеоформацій, які викликані частковою його кристалізацією при охолодженні, друк здійснювався в закритому принтері з підігрівом камери.

Було проведено дослідження втомного руйнування деталей з полібутилентерефталату виготовлених методом 3д друку за технологією пошарового наплавлення. На цьому етапі досліджень було встановлено умови виникнення втомного руйнування залежно від амплітуди навантаження та кількості циклів.

Враховуючи вплив інших чинників вважаємо за необхідне проведення більш детальних досліджень.

Література

1. Phil Reeves The Current Status and Impact of 3D Printing Within the Industrial Sector: An Analysis of Six Case Studies / Phil Reeves, Dinusha Mendis // Published by The Intellectual Property Office March 2015. 86 p.
2. ПБТ – Полібутилентерефталат [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.resinex.com.ua/vidi-polmerv/pbt.html>.
3. Polybutylene terephthalate [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.britannica.com/science/polybutylene-terephthalate>.
4. Plastics in Automotive Engineering [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.smithersrapra.com/SmithersRapra/media/Sample-Chapters/Engineering-Plastics.pdf>.
5. PBT Натуральный [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://monofilament.com.ua/products/inzhinernye-plastiki/pbt/pbt-naturalnyj>.
6. Fatigue lifespan study of PLA parts obtained by additive manufacturing / R. Jerez-Mesa, J.A. Travieso-Rodriguez, J. Llumà-Fuentes та ін.]. // Procedia Manufacturing. – 2017. – С. 872–879.

Савченков Борис Васильович, канд. техн. наук, професор каф. ТМ і РМ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Леоненко Олександр Миколайович, канд. техн. наук, доцент, Харківський
національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ

Встановлено, що будь-який технологічний процес зміцнення (ремонту) передбачає не тільки відновлення порушених в процесі експлуатації параметрів, але і, головним чином, стримування тих руйнівних процесів, які закономірно протікають в автомобілі і його елементах. Тому в сформованих в країні економічних умовах при досить великій кількості відновлення (зміцнення) деталей (особливо з чавуну) актуальним завданням є пошук нових ефективних технологій зміцнення чавунних гільз циліндрів на прикладі дизельних двигунів ЯМЗ і КамАЗ. Таким технологічним процесом, на нашу думку, є поєднання в єдиному технологічному процесі термічного і механічного зміцнюючого впливу на робочу поверхню чавунних гільз циліндрів, тобто, застосування високотемпературного термомеханічного зміцнення.

Знос дзеркала циліндра відноситься до основних дефектів гільз. Для його усунення в даний час широко використовуються розточування з подальшим хонінгуванням під один з ремонтних розмірів, постановка додаткових ремонтних деталей (ДРД), індукційна відцентрова наплавка, проточне хромування, а для підвищення зносостійкості – гарт.

В роботі для дослідження було обрано спеціальний легований чавун, який, згідно з нормативно-технічної документації використовується в промисловості для виготовлення гільз циліндрів двигунів ЯМЗ і КамАЗ.

Отримані результати дослідження дозволили встановити оптимальний режим термомеханічного зміцнення: температура деформації $T_{\text{деф}} = 870 \text{ }^{\circ}\text{C}$; ступінь деформації $\lambda = 17 \text{ } \%$; температура відпустки $T_{\text{отп}} = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Було встановлено, що твердість поверхневого шару зразків після проведення термомеханічної обробки перебувала в межах 42-50 HRC, параметр пластичності (відповідно до рекомендацій РД 50-460-84) – $\sigma_{5B} = 9,43 \text{ } \%$. При цьому зносостійкість досліджуваних чавунних зразків у порівнянні зі зразками з промислової гільзи після гарту ТВЧ підвищилася на 18-22 %.

Філатов Сергій Валентинович, канд. техн. наук, доцент, КВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»

Кучма Олександр Іванович, канд. техн. наук, доцент, КВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»

Торіна Влада Миколаївна, магістр, КВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет», v.torina2012@gmail.com

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДЕТОНАЦІЙНОГО ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА

Сучасні автомобільні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), а особливо їх циліндропоршньова група (ЦПГ), працюють у тяжких умовах, що характеризуються високими швидкостями та прискореннями поршня й значними термомеханічними навантаженнями та тиском у ЦПГ.

Основною проблемою в роботі ДВЗ з детонаційним згоранням палива складає те, що при такому згоранні при великому тиску газів відбувається деформування деталей ЦПГ: «провалюються поршні», обриваються шатуни, згинаються колінвали, зриваються головки циліндрів та ін. Моделювання даного процесу дає можливість знизити цей шкідливий вплив на ЦПГ, підвищити його паливну економічність і експлуатаційні властивості з можливою зміною у його конструкції вузлів та агрегатів.

Аналіз публікацій. Аналіз спеціальної літератури показує, що основними методами досліджень при рішенні задач по моделюванню процесу згорання палива у ЦПГ є напружено-деформований стан тіла, їх аналітичні і чисельні методи та моделювання на еквівалентних матеріалах.

Внаслідок цього програма обчислень для одного МГЕ близько відтворює програму для будь-якого іншого методу. Основні відмінності стосуються лише різницею підпрограм, які використовуються для обчислень за тими чи іншими аналітичними виразами. Як наслідок гранично-елементні програми мають модульний характер, що дозволяє переходити від одного методу до іншого шляхом зміни модулів і введенням нових параметрів у головну програму.

Метою досліджень є вибір оптимального методу моделювання процесом детонаційного згорання палива, побудова ізоліній напружень в ЦПГ і можливість керування процесом детонаційного згорання палива за рахунок зміни форми та регулювання тиску у камері згорання.

Як відомо одним з основних заходів підвищення потужності двигунів є збільшення їх об'ємів циліндрів, що у свою чергу веде до підвищення розмірів двигуна його металоємкості та витрат палива. Ефективним способом підвищення потужності двигунів є застосування турбонаддуву з одноступеневим або двоступеневим охолодженням повітря (інтеркуллера), що також дає можливість збільшити заповнення робочою сумішшю об'єму камери згорання без збільшення об'єму циліндрів двигуна. При цьому потужність двигуна підвищується на 40–60% в залежності від ступеня наддуву.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- побудувати розрахункові схеми з описом граничних контурів, завданням «польових точок» і симетрії;
- розробити блок-схему розрахункової програми (рис.1);
- застосувати оптимальні математичні рівняння та функції;
- отримати ізолінії напружень в циліндрі двигуна автомобіля.



Рисунок 1 – Блок-схема розрахункової програми

Визначення напрямків досліджень. Перший напрямок – це автоматичне керування процесом детонаційного згорання палива за допомогою датчика регулювання тиску встановленого у головці циліндра та з’єднаного з декомпресором. При підвищенні тиску декомпресор знижує його робочу величину. Другий напрямок – це підбір оптимальної камери згорання за допомогою вмонтованого у головку поршня перемінного “витискувача”, який дає можливість змінювати об’єм камери згорання і при підвищенні тиску спрацьовувати як запобіжний клапан.

Кінцевою метою проведення цих досліджень є визначення максимальних напружень, що виникають у різноманітних камерах згорання, визначення таким чином оптимальної камери згорання, її форми і конструктивного розташування, а також побудова математичної моделі детонаційного згорання палива і конструктивного розрахунку блок-картера і ЦПГ ДВЗ за допомогою програми сингулярних інтегральних рівнянь

$$u_x = \frac{P\vec{x}}{2G} [(3 - 4\nu) \cos \beta \vec{F}_1 + \vec{y}(\sin \beta \vec{F}_2 + \cos \beta \vec{F}_3)] + \frac{P\vec{y}}{2G} [(3 - 4\nu) \sin \beta \vec{F}_1 - \vec{y}(\cos \beta \vec{F}_2 - \sin \beta \vec{F}_3)]; \quad (1)$$

$$u_y = \frac{P_{\vec{x}}}{2G} [(3 - 4\nu) \sin \beta \vec{F}_1 + \vec{y} (\cos \beta \vec{F}_2 - \sin \beta \vec{F}_3)] + \frac{P_{\vec{y}}}{2G} [(3 - 4\nu) \cos \beta \vec{F}_1 - \vec{y} (\sin \beta \vec{F}_2 + \cos \beta \vec{F}_3)]; \quad (2)$$

$$F_1(\bar{x}, \bar{y}) = -\frac{1}{4\pi(1-\nu)} [\bar{y} (\arctg \frac{\bar{y}}{\bar{x}-a} - \arctg \frac{\bar{y}}{\bar{x}+a}) - (\bar{x} - a) \ln \sqrt{(\bar{x} - a)^2 + \bar{y}^2} + (\bar{x} + a) \ln \sqrt{(\bar{x} + a)^2 + \bar{y}^2}]; \quad (3)$$

$$F_2(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{1}{4\pi(1-\nu)} [\ln \sqrt{(\bar{x} - a)^2 + \bar{y}^2} - \ln \sqrt{(\bar{x} + a)^2 + \bar{y}^2}] \quad (4)$$

де u_x, u_y – горизонтальне і вертикальне зміщення в довільній точці X, Y , мм;

P_y, P_x – відповідно, нормальне і дотичне зусилля, МПа;

G – модуль, МПа;

ν – коефіцієнт;

β – кут повороту;

F_1, F_2 – функції $f(x, y)$.

Висновки. Розглядаючи результати досліджень на основі ізоліній напружень, можна зробити наступні висновки:

- вибраний найбільш ефективний метод моделювання процесу детонаційного згоряння палива;

- побудовано ізолінії напружень в ЦПГ при детонаційному згорянні палива, які показують, що:

- деформаційні напруження в основному виникають у верхній і середній частинах циліндрі двигуна автомобіля, що в свою чергу веде до його інтенсивного зносу і появи овальності і конусності в процесі експлуатації[6];

- виявлені деформаційні явища можливо корегувати, на наш погляд, двома способами: постановкою датчика детонації у голівці циліндра двигуна, що зменшить ці напруження; другим альтернативним засобом - за допомогою застосування нових конструкційних матеріалів, які будуть стримувати деформацію циліндра;

- крім цього, на наш погляд, двигуни внутрішнього згорання мають резерв потужності за рахунок можливості керування процесом детонаційного згоряння палива без збільшення його об'єму двигуна.

Література

1. В.Г. Дьяченко «Теорія двигунів внутрішнього згорання», Харків, ХНАДУ 2009, - 500 с.
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. . Автомобільні двигуни: Підручник. – Київ, «Арістей», 2006.- 476 с.
3. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела / Пер. с англ. М.А. Тлеужанова; под ред. А.М. Линикова. – М.: Мир, 1987. – 328 с.
4. И.И. Тимченко, А.И. Воронков, Д.И. Тимченко, Г.И. Тохтарь. Автомобильные двигатели. Харьков, издательство ХНАДУ – 2009. – 288 с.
5. Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. –М.: Физматгиз, 1992.- 254с
6. С.С. Жилін, О.М. Кабанов. Теорія горіння. Харків, видавництво ХНАДУ – 2010. – 107 с.

ОСНОВНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

На даний час спостерігається тенденція збільшення обсягу ремонтних робіт транспортних засобів та необхідність відновлення практично всіх базових деталей з використанням ресурсо- та енергозберігаючих технологій. Існує багато способів відновлення внутрішніх циліндричних поверхонь. Більшість методів відновлення деталей машин слід розглядати як альтернативні.

До останнього часу, завдяки простоті в реалізації, найпоширенішим залишається спосіб встановлення в попередньо розточені отвори ремонтних втулок [1]. Товщина стінок втулок становить 2-3 мм. Втулки запресовуються з натягом 0,05-0,15 мм, вклеюються на полімерному матеріалі або використовуються фіксуючі елементи (штифтування, виготовлення різцевої втулки).

Незважаючи на простоту даний спосіб має суттєві недоліки. Насамперед – це ослаблення перемичок між отворами на 25-30%. Для забезпечення необхідної міцності під час запресування, шорсткість контактуючих поверхонь повинна бути в межах $R_a = 0,2-0,5$ мкм, що є трудомістким при обробленні отворів. У процесі виготовлення втулок значна частина металу йде в стружку. Тому цей спосіб застосовується при одиничному відновленні корпусів.

Основною перевагою пресових з'єднань, отриманих методом дорнування, можна вважати [2]: збільшення опору осьовому зсуву в 1,2-3,4 разів і опору моменту провертання однієї деталі відносно другої у 1,4-2,7 разів; високу точність отвору і підвищену твердість обробленого поверхневого шару металу.

Для забезпечення необхідної міцності з'єднання дорнування можуть проводити з натягом, який змінюється по периметру поперечного перерізу робочої поверхні дорна; виконанням поздовжніх канавок (шліці) у отворі корпусу; попереднім завальцьовуванням країв втулок; виконанням спряжених деталей з різним мікрорельєфом; розміщенням у зазорі між деталями проміжного елементу.

Проте, складні корпусні деталі дорнувати недоцільно, оскільки при цьому стінки корпусів зазнають великі згинні моменти та осьові зусилля. Крім цього, для дорнів необхідно забезпечити вихід інструменту на всю довжину, що для ряду корпусних деталей є неможливим.

Особливе місце займають гальванічні способи. Технологія відновлення деталей гальванічним нарощуванням полягає у підготовленні спрацьованої поверхні, нанесенні покриття і механічній обробці. Якість відновлення підшипникових гнізд цим методом знаходиться у прямій залежності від якості підготовчих робіт: очищення, знежирення та травлення спрацьованих поверхонь та ізоляції поверхонь, які не підлягають відновленню.

Для корпусних деталей найбільш придатним є місцеве залізнення. Для кожного отвору утворюється власна електролітична ванна, в якій проходить

процес електроліз хлорних або сіркокислих розчинів. Технологія забезпечує якісне відновлення при спрацюванні поверхні 0,5-1 мм на діаметр [3]. Нанесений шар розточується, а при твердості *HB* 500 і вище проводиться ще і хонінгування.

Поряд з позитивними сторонами (застосування недорогих матеріалів, порівняна простота процесу, отримання правильної кінцевої геометричної форми при нерівномірно спрацьованій початковій поверхні), гальванічні способи мають і ряд суттєвих недоліків – низька швидкість осадження, обмеження за товщиною отримуваних покриттів, великі внутрішні напруження, агресивність електроліту, висока твердість покриттів, яка затрудняє їх механічне оброблення різанням, висока собівартість процесу відновлення, шкідливість для обслуговуючого персоналу.

Відновлення посадочних місць корпусних деталей за допомогою газополуменового оброблення отворів полягає у використанні деформацій поверхні деталі за рахунок внутрішніх напружень, які утворюються в процесі нагрівання киснево-ацетиленовим полум'ям горілки. Даний спосіб може застосовуватись при спрацюванні приблизно 0,1 мм [4]. Перевагами даного способу є підвищення твердості поверхневих шарів отворів (з 2 ГПа до 4-4,5 ГПа), зменшення інтенсивності спрацювання посадочних отворів поверхонь деталей у 1,2-1,4 разів у порівнянні з поверхнями нових деталей.

Недоліками способу є необхідність попереднього нагрівання деталі до 200-250°C; проведенні штучного старіння (нагрівання до 600°C при витримці 10 хв.) та охолодженні деталі у термошафі для уникнення деформацій, зміни розмірів і зменшення радіальної усадки, а також погані умови праці.

Зі способів відновлення корпусних деталей за допомогою металізації (газова, електродугова, плазмова) перспективним є плазмове напилення. Переваги процесу плазмового напилення: можливість використання для покриттів порошків з тугоплавких речовин; відсутність окислення частинок наплавленого металу. Статична міцність нерухомих спряжень відновлених корпусних деталей знаходиться на рівні нових, а динамічна міцність при циклічному навантаженні на 11 % вища, ніж міцність нових спряжень.

Технологічний процес відновлення отворів приварюванням стрічки включає: розточування отвору, встановлення згортного кільця, виготовленого з листової сталі або металевої стрічки марки сталь 20 товщиною 1 мм, приварювання кільця та розточування до номінального розміру [5]. Позитивними якостями даного способу є нагрівання основного матеріалу на малу глибину, можливість зварювання металів різної товщини, можливість механізації зварювального процесу. Головний недолік даної технології полягає у складності проведення механічного оброблення привареного кільця через утворення в зоні приварювання структур з твердістю до *HRC* 50-55, використання дефіцитних і дорогих матеріалів при виготовленні електродів, складність застосованого обладнання та повторного відновлення.

Суть способу відновлення отворів розкочуванням згортних втулок полягає у пластичному деформуванні згортної втулки, встановленого у попередньо

розточений отвір. Для підвищення міцності з'єднання втулки попередньо виконують гвинтову канавку у отворі. У процесі розкочування покращується якість поверхневого шару – твердість поверхні зростає на 15-20%, шорсткість зменшується до $R_a = 0,1-0,16$ мкм. За рахунок цього збільшується площа контакту зовнішнього кільця підшипника з посадочною поверхнею отвору, а зносотривкість розкоченої поверхні зростає у 2-3 рази порівняно з новою чавунною [2].

Серед способів відновлення посадочних поверхонь полімерними матеріалами найширше застосовуються композиції на основі епоксидних смол і бутадієннітрильного каучуку. Для цього зачищають і знежирюють отвори та готують багатокомпонентний компаунд, наносять його, проводять теплову обробку. Після полімеризації розточують відновлені отвори до заданого розміру. Застосування під час полімеризації каліброваних оправок або дорнів дозволяє одержати точні отвори і виключити операцію розточування.

У простоті останнього методу є ряд технологічних труднощів. Повна полімеризація композицій здійснюється протягом трьох діб за кімнатної температури, а для скорочення цього періоду необхідно нагрівати корпусні деталі до температури 100-150°C у спеціальних печах. Матеріали ці токсичні. Для їх приготування та застосування необхідно здійснювати у спеціально обладнаних робочих місцях з посиленою вентиляцією. Епоксидні композиції мають низьку життєздатність, тому після приготування їх необхідно використовувати протягом 25-30 хв.

Перевагою полімерних покриттів над металевими є хороша стійкість до фретинг-корозії. Проте вони не знайшли поширення, насамперед, через те, що мають меншу механічну міцність ніж метали та задовільно працюють при товщині шару 0,08-0,15 мм. Формування полімерних покриттів протягуванням спеціальної оправки дозволяє отримувати точність поверхні лише до 9-11 квалітету.

Широкого застосування набули анаеробні полімерні матеріали групи “Анатерм”, “Унігерм”, “Loctite”, “Трибопласт”, які забезпечують якісно новий рівень склеювання, складання, герметизації та ущільнення. Вони дозволяють з'єднати деталі із зазором, під перехідні посадки і можуть використовуватися для підсилення пресової посадки без зміни конструкції виробу.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що одним з переважаючих є способи відновлення деталей пластинуванням, пружно-пластичним деформуванням і з використанням полімерних матеріалів.

Література

1. Левитский И.С. Технология ремонта машин и оборудования. – М.: Колос, 1975. – 559 с.
2. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
3. Восстановление цилиндрических поверхностей железнением в стационарном и проточном электролите: РТМ 70.0009.021-84. – М.: ГОСНИТИ, 1985. – 32 с.

4. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей машин. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
5. Курчаткин В.В. Восстановление посадочных мест подшипников полимерными материалами. – М.: Высш. школа, 1983. – 80 с.

Абрамчук Ф.И, д.т.н., Харьковский национально автомобильно-дорожный университет, (057) 702-35-18

проф. Авраменко А.Н, к.т.н., с.н.с., Институт проблем машиностроения им А.Н. Подгорного НАН Украины, (057) 349-47-02

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВПРЫСКА И РАСПЫЛА ТОПЛИВА

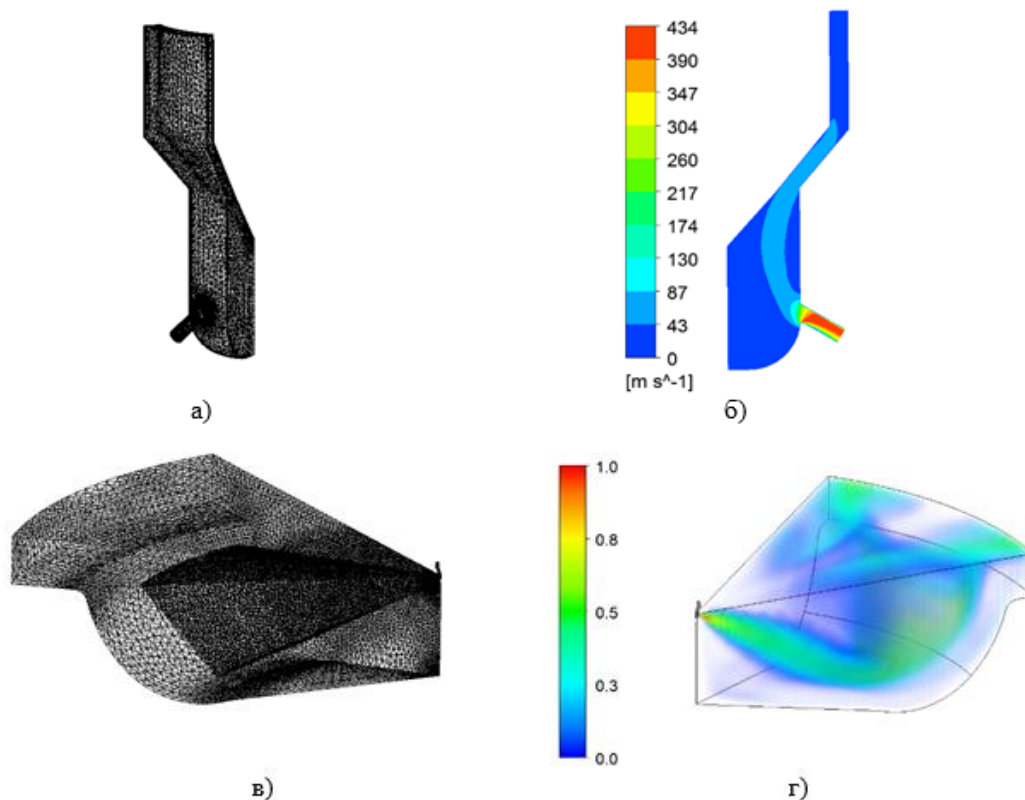
Условия протекания процесса смесеобразования оказывают решающее влияние на процессы сгорания и формирования токсичных веществ в цилиндре дизельного двигателя. С увеличением быстроходности, давления впрыска топлива и степени сжатия у современных дизельных автотракторных двигателей возникает необходимость дополнительно исследовать влияние конструктивных и режимных факторов на процессы впрыска и смесеобразования.

Оптимизация геометрии распылителя форсунки (объем колодца распылителя, количество и расположение сопловых отверстий распылителя, их диаметр) позволяет повысить экономические и экологические показатели современных дизельных двигателей.

Возникновение гидродинамической кавитации в сопловых отверстиях распылителя форсунки негативно сказывается на характеристике впрыска и распыла топлива, приводит к увеличению дальнобойности топливных факелов и, соответственно, к увеличению доли плёночности, ухудшению экологических показателей дизельного двигателя, а также снижает ресурс распылителя.

Прогнозирование и исследование условий возникновения гидродинамической кавитации в топливной аппаратуре современных дизельных двигателей является важной научно-технической задачей.

На рисунке представлены расчетная сетка фрагмента распылителя форсунки (а); результаты численного моделирования процесса течения дизельного топлива в колодце и сопловом отверстии распылителя – скорость потока топлива (б); фрагмент камеры сгорания (в) и результаты численного моделирования процесса распыла топлива в камере сгорания (г) – объемная доля топлива.



Из представленных результатов видно, что использование современных технологий и численных методов позволяет комплексно исследовать процессы впрыска и распыла топлива в дизельных двигателях и разрабатывать практические рекомендации по улучшению показателей ДВС.

Апалішин Олексій Олександрович, студент магістратури

Перепелиця Ігор Ігорович, студент магістратури

Нікітченко Ігор Миколайович, к.т.н., доцент, igor.nikitchenko@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Забруднення атмосфери і навколишнього середовища у великих містах [1] є наслідком експлуатації значної кількості автомобільного транспорту, оснащеного двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ).

Найбільш перспективним напрямком розвитку міського автомобільного транспорту, особливо вантажопасажирського, є заміна силової установки ДВЗ на комбіновану (гібридну) енергоустановку (КЕУ). Застосування КЕУ замість дизельних і бензинових двигунів дозволяє забезпечити зниження витрати нафтового палива на 30% і більше.

Прогнози співвідношення автотранспорту з силовими установками, які мають мінімальні викиди шкідливих речовин до 2020 р. показують, що КЕУ будуть займати від 7% до 35% випущених силових агрегатів в залежності від регіону експлуатації транспортного засобу [2].

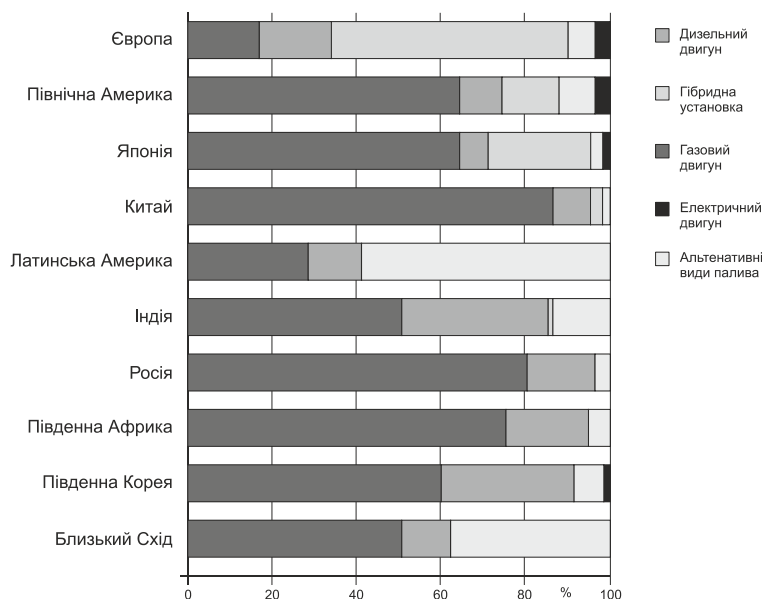


Рисунок 1 – Прогноз співвідношення силових установок з малим викидом шкідливих речовин

Застосування електродвигунів в складі гібридної силової установки або як самостійної силової установки саме по собі менше впливає на навколишнє середовище. Але виробництво електроенергії для забезпечення великого парку транспортних засобів можливо лише із застосуванням небезпечної атомної енергетики; дуже шкідливим є виробництво і утилізація акумуляторів електричної енергії; недостатньо повно вивчено шкідливий вплив електромагнітного випромінювання на організм людини.

Поряд з цим багатьма автомобільними компаніями розгорнуті дослідження і дослідно-конструкторські роботи з застосування на автомобільному транспорті пневмодвигунів, які використовують в якості енергоносія стиснене повітря.

Досвід транспортного двигунобудування показує, що для отримання високих питомих показників у всьому діапазоні роботи силової установки при достатньому рівні екологічності необхідно удосконалювати як робочий процес, так і конструктивні параметри силової установки.

Дослідження робочого процесу пневмодвигуна показало необхідність обґрунтованого вибору конструктивних і режимних параметрів робочого процесу з метою отримання найбільш високих індикаторних і ефективних показників. Для цього необхідне поглиблення теоретичної бази досліджень і впровадження перспективних розробок.

Судячи з публікацій (наприклад [3-5]), найбільше поширення отримують КЕУ, що складаються з налаштованого на економічні та малотоксичні характеристики ДВЗ і накопичувача енергії.

Енергію накопичувачів використовують для роботи пневмодвигуна, для систем газотурбінного наддуву і т.ін.

При вдосконаленні конструктивних параметрів одним з напрямків може бути застосування системи регулювання ступеня стиснення [6, 7].

Можливість змінювати ступінь стиснення дозволяє значною мірою покращити показники ДВЗ, особливо оснащених системами наддуву, з одночасним зменшенням витрат палива. При цьому в залежності від режиму роботи і навантажень на ДВЗ заряд згоряє в найкращих умовах.

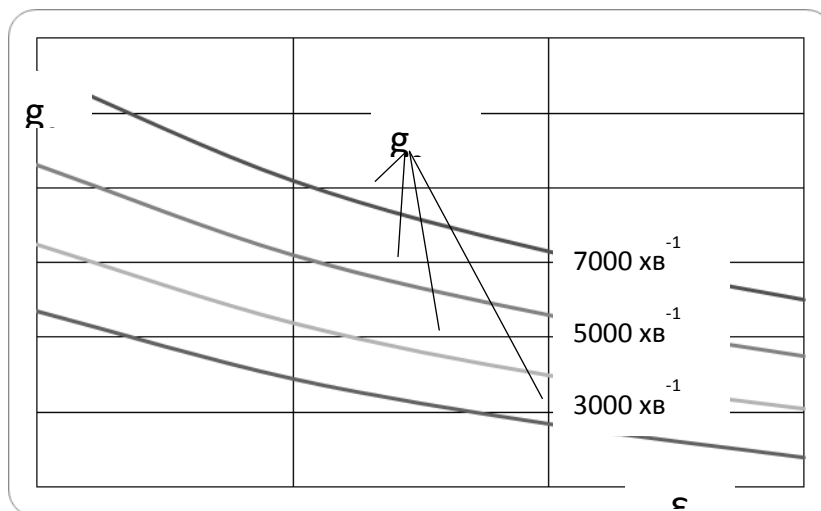


Рисунок 2 – Змінення g_e за результатами досліджень ДВС із змінним ступенем стиснення

При мінімальному навантаженні в циліндри подається економічна «бідна» суміш. Для такої суміші добре підходить високий ступінь стиснення. Якщо ж навантаження ростуть, подається «багата» суміш, але при цьому зростає ризик виникнення детонації. Відповідно, щоб цього не сталося, ступінь стиснення необхідно зменшувати.

Запас стисненого повітря дозволяє організувати наддув двигуна з $\pi_k = 2,0-2,5$.

Розрахункове дослідження показало, що всі ефективні показники покращуються при підвищенні ступеня стиснення в діапазоні частот обертання вала двигуна $n = 1000 - 7000 \text{ хв}^{-1}$, що закономірно.

Силовa установка, що пропонується, може мати декілька режимів роботи:

- режим ДВЗ без наддуву із змінним ступенем стиснення;
- режим ДВЗ з наддувом і з змінним ступенем стиснення;
- режим пневмодвигуна без зміни ступеня стиснення;
- режим пневмодвигуна із змінним ступенем стиснення.

Режими вибираються відповідно до умов руху транспортного засобу і навантаження.

Таким чином, застосування системи живлення стисненим повітрям і з одночасним застосуванням системи регулювання ступеня стиснення отриманої КЕУ дозволить значно покращити екологічність транспортних засобів.

Література

1. Правила ЕЭК ООН №83 Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств в отношении выбросов вредных веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей.
2. Мировая энергетика: Прогноз развития до 2020г. / пер.с англ. докл. комиссии МИРЭК; под ред. Ю.Н. Старшинова. – М.: Энергия, 1980. –256с.
3. Бажинов О.В. Гібридні автомобілі / О.В.Бажинов, О.П. Смірнов, С.А.Серіков, А.В. Гнатов. – Харків, ХНАДУ, 2008.– 327 с.
4. Абрамчук Ф.И. О достоинствах и целесообразности применения поршневого пневмодвигателя в составе автомобильной гибридной силовой установки / Ф.И. Абрамчук, А.И. Воронков, И.Н. Никитченко // Вестник ХНАДУ: сб. научн. тр. – 2010. –Вып. 48. – С.200–205.
5. The Pneumatic Hybridization Concept for Downsizing and Supercharging Gasoline Engines / Lino Guzzella, Christopher Onder, Christian Dönitz, Christoph Voser, Iulian Vasile. – MTZ. – 2010. – № 1, Vol. 71. – P. 38–44.
6. Електронний ресурс: Щелоков М. Двигатели с изменяемой степенью сжатия: от Saab до Infiniti. Режим доступа: <https://dvizhok.ru/parts/dvigateli-s-izmenyaemoj-stepenyu-szhatiya-ot-saab-do-infiniti> 20.09.2016
7. Хуциев А. И. Двигатели внутреннего сгорания с регулируемым процессом сжатия. - М.: Машиностроение, 1986. - 180 с.

Авраменко Андрій Миколайович, к.т.н., В.о. завідувача відділу водневої енергетики, Інститут проблем машинобудування ім. А.М.Підгорного НАН України, an0100@ukr.net, (057) 349-47-54

Левтеров Антон Михайлович, к.т.н., с.н.с., Інститут проблем машинобудування ім. А.М.Підгорного НАН України, (057) 349-47-02

ВОДНЕВА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВЗ

На сьогодні проблемам використання альтернативних палив для ДВЗ приділяється велика увага практично у всіх розвинених країнах. До цього підштовхує ситуація, що складається з енергоресурсами у світі – обмеження запасів та видобутку палив нафтового походження. Кожна країна обирає свій шлях у подоланні енергетичних проблем та проблем забруднення довкілля відпрацьованими газами ДВЗ, вибираючи ту сировину та альтернативні палива, які в найбільшій мірі відповідають ресурсним та економічним особливостям країни. У США, наприклад, фірма “Ron motor company” займається розробкою

систем генерації водню на борту автомобіля. Так, згідно звітів цієї фірми, використання бортових електролізерів дозволяє знизити рівень токсичності відпрацьованих газів ДВЗ різних типів у середньому на 10 - 12%.

Метою представлених наукових досліджень є зниження рівня забруднення атмосфери канцерогенно-мутагенними складовими відпрацьованих газів, підвищення економічних та ресурсних показників ДВЗ шляхом використання водневих технологій.

Зниження рівня викидів з відпрацьованими газами двигунів різних типів шляхом додавання мікродомішок водню, що генерується в малогабаритному електролізері за рахунок рекуперованої кінетичної енергії автомобіля під час гальмування двигуном до штатного палива на режимах розгону, є перспективним напрямком наукових досліджень. Генерація на борту автомобіля та використання водню, як мікродомішки до штатного палива для ДВЗ має ряд переваг. В першу чергу це стосується активації процесів згоряння у циліндрі двигуна та, відповідно, збільшення повноти згоряння палива, що в свою чергу дозволяє знизити рівень масових викидів твердих часточок та незгорівших вуглеводнів з відпрацьованими газами ДВЗ. По друге такий підхід дозволить знизити рівень навантаження на штатні системи нейтралізації відпрацьованих газів ДВЗ сучасних транспортних засобів, підвищити надійність їх роботи та збільшити ресурс.

Невирішеними залишаються питання розробки малогабаритних бортових систем генерації водню, систем їх керування та зниження рівня енергоспоживання. Підвищення ефективності бортового електролізера можна досягти шляхом використання модифікованих електролітів та електродів, а також оптимізацією їх конструкції.

Таким чином, на наш погляд є доцільними дослідження з вивчення впливу мікродомішок водню до палив нафтового походження на покращення екологічних показників транспортних ДВЗ.

Гутаревич Ю.Ф., д.т.н., Національний транспортний університет,
yugutarevich@gmail.com

Шуба Є.В., к.т.н., Національний транспортний університет, shuba90@i.ua

Овчинніков Д.В., Національний транспортний університет,
dovchinnikov@ukr.net

ВПЛИВ ВЕЛИЧИН ДОБАВКИ СПИРТОВИХ СПОЛУК ДО БЕНЗИНУ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Спиртові сполуки, зокрема біоетанол, є однією з найбільш розповсюджених добавок до бензину, яка дозволяє економити палива нафтового походження і, в певній мірі, розширити паливну базу автомобільного транспорту.

Зараз на автозаправних станціях реалізують бензин з добавкою 36% кисневмісних сполук. Значна добавка спиртових сполук впливає на характеристики сумішевого бензину і відповідно на показники роботи двигуна.

Визначення цього впливу і є задачею, яку вирішували в даних дослідженнях

Для порівняння і підготовки використали бензин А-95 з вмістом 10% метил-трет-бутилового ефіру (МТБЕ) за об'ємом та товарний бензин А-95Е40 з вмістом 30,4% етанолу і 5,8% ізобутилового спирту за об'ємом відповідно.

В процесі підготовки до випробувань визначили розрахунковим методом характеристики сумішевого бензину з різним вмістом спиртових сполук, які можуть вплинути на показники роботи двигуна. До таких характеристик в першу чергу відносять густину бензину, теоретично необхідну кількість повітря для згорання 1 кг палива, нижчу теплоту згорання.

Встановлено, що по мірі збільшення вмісту спиртових сполук густина бензину зростає, а теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг палива і нижча теплота згорання відповідно зменшуються.

Експериментальні дослідження проводили в лабораторії випробування двигунів кафедри «Двигуни та теплотехніка» Національного транспортного університету. Об'єктами експериментальних досліджень були бензиновий двигун МеМЗ-245 з карбюраторною системою живлення і сучасний двигун VW BBU з системою впорскування бензину і зворотнім зв'язком. Двигуни встановлені на двохсторонньому гальмівному стенді SAK-670. В якості дослідних зразків використали бензини з п'ятьма різними за об'ємом вмістами спиртових сполук 0,0; 9,0; 18,0; 27,0; 36,0%.

Показники роботи карбюраторного двигуна при різних добавках спиртових сполук до бензину оцінювали за роботи по навантажувальних характеристиках,

а показники роботи двигуна з системою впорскування бензину і зворотнім зв'язком оцінювали за факторним експериментом. В якості незалежних змінних для факторного експерименту обрали частоту обертання двигуна, величину добавки спиртових сполу і крутний момент.

По мірі зростання навантаження спостерігалось збіднення паливо-повітряної суміші. Для добавок до 18% робота двигуна в усьому діапазоні навантажень була стабільною. За добавки 36% при навантаженнях більше 70% спостерігалось різке зростання вуглеводнів у відпрацьованих газах, яке можна пояснити надмірним збідненням паливо-повітряної суміші, так як коефіцієнт надміру повітря перевищив 1,25 (рис. 1).

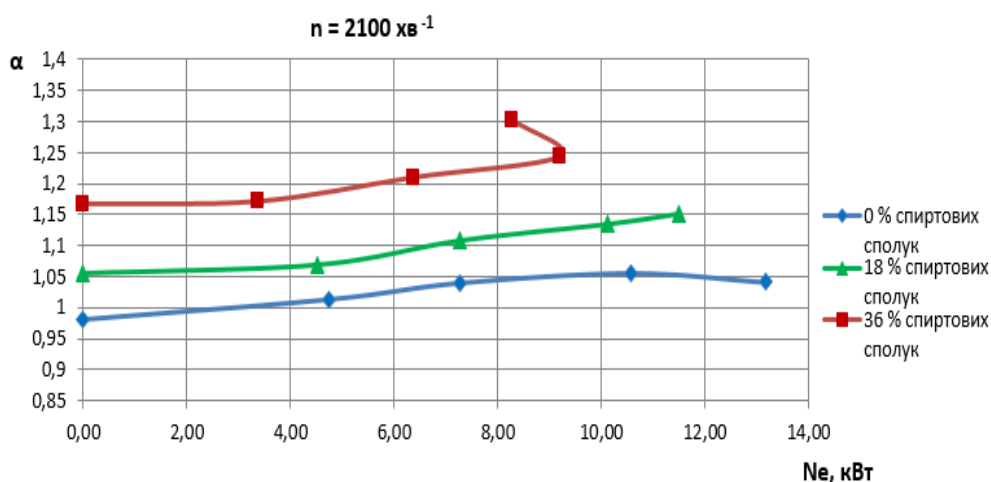


Рисунок 1 – Експериментальні значення коефіцієнту надміру повітря для різних за величиною добавках спиртових сполук двигуна MeM3-245

Як один з шляхів поліпшення показників роботи карбюраторних двигунів за роботи на бензині зі значною добавкою спиртових сполук можливо розглянути збагачення паливо-повітряної суміші збільшенням пропускної здатності паливних жиклерів.

Разом з тим необхідно зазначити, що при використанні тих же зразків бензину для живлення двигуна з системою впорскування бензину і зворотним зв'язком встановлено, що зворотний зв'язок забезпечує підтримування складу паливо-повітряної суміші близького до стехіометричного для всіх добавок спиртових сполук. В результаті цього двигун VW BBU працює стабільно в усіх навантажувальних режимах.

В доповіді будуть представлені характеристики двигунів, які досліджували, з заміряними витратою палива і концентраціями шкідливих викидів у відпрацьованих газах (CO , NO , C_nH_m) при використанні бензину з різними за вмістом добавками спиртових сполук.

Колеснікова Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
Павленко Євгеній Геннадійович, магістр, Тараканов Руслан Ігорович, магістр, Залізняк Наталя Олександрівна, магістр, Урсуляк Денис Володимирович, магістр, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКОВО-ТЕОРЕТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВИГУНА ПРИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННІ ЗМІНОЮ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ З ВИКОРИСТАННЯМ УНІВЕРСАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

У сучасних умовах експлуатації автомобілів, особливо в мегаполісах, істотну частку режимів становлять малі навантаження (МН) і холості ходи (ХХ) [1]. Робота на таких режимах супроводжується підвищеними витратами палива. Існує ряд методів і засобів підвищення економічності режимів ХХ і МН [2]. На сьогоднішній день одним з перспективних методів рішення проблеми збільшення економічності на часткових навантаженнях і холостих ходах є метод відключення циліндрів або метод регулювання двигуна зміною його активного робочого [3], який дозволяє знизити витрату палива до 25 – 40 % залежно від режиму роботи й методу відключення [3, 4]. Метод відключення циліндрів двигунів застосовується вже порівняно давно. Однак рідко пропонуються рекомендації з регулювання двигунів зміною числа активних циліндрів при реалізації конкретних режимів руху автотранспортного засобу. Конструктивна складність реалізації методу відключення циліндрів обмежує одержання відповідних результатів експериментальних досліджень. Достовірні результати про ефективність методу регулювання двигуна зміною його робочого об'єму дають, звичайно, експериментальні дослідження. Однак, з огляду на їх дорожнечу, складності та тривалості реалізації, доцільно попередньо оцінити доцільність застосування методу. Використання швидкісних характеристик двигуна як повнорозмірного, так і із частиною циліндрів, що відключаються, ілюструється далі на рис. 1.

Для ілюстрації швидкісних характеристик двигуна з різним числом активних циліндрів доводиться наносити на характеристики ординати з різними значеннями середніх ефективних тисків p_e для різних випадків регулювання двигуна. Слід зазначити, що при відключенні частини циліндрів застосування ординати p_e втрачає фізичний зміст, тому що нанесені значення p_e ставляться або до окремого циліндра, або до всього повнорозмірного двигуна, за умови рівної завантаженості циліндрів. Оскільки при відключенні частини циліндрів ДВЗ повинен зберігати створюваний момент, потужність, а також виконувати роботу, то порівняння показників (наприклад, економічності) слід проводити при використанні ординати питомої роботи двигуна ($L_{\text{пит}}$) [4]. Питома робота являє собою відношення повної роботи $L_{\text{повн.}}$, виконуваної двигуном на даному режимі, до його активного робочого об'єму. Активний робочий об'єм двигуна при регулюванні змінюється відповідно до числа активних циліндрів від i до z .

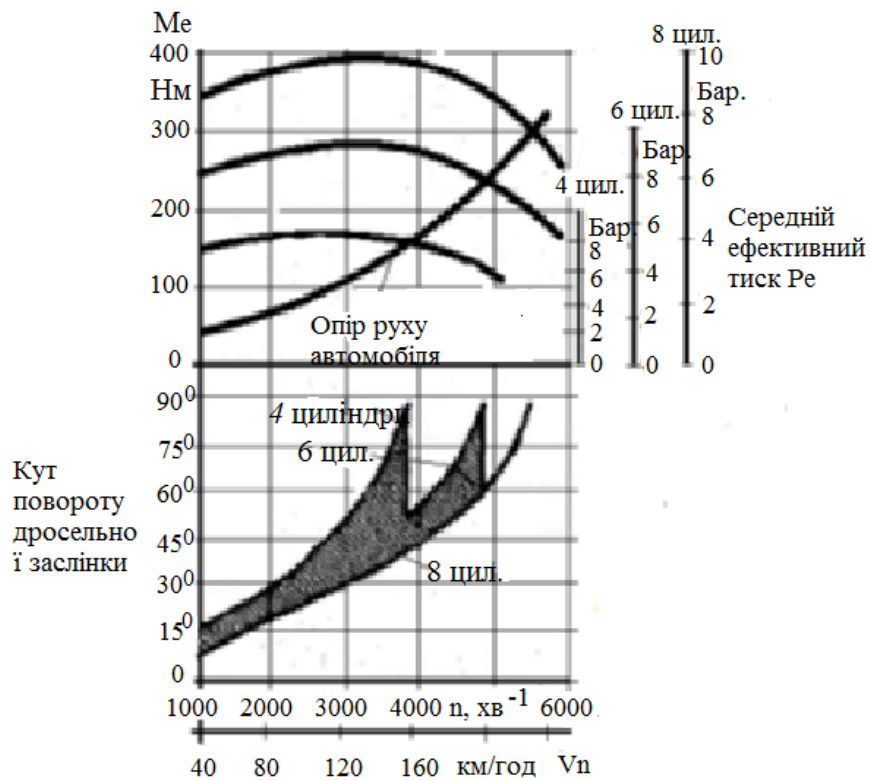


Рисунок - 1. Характеристики V-подібного ДВЗ фірми *Daimler-Benz* ($i \cdot v_h = 5$ л.) при його роботі на 8-и, 6-и або 4-х циліндрах. Заміна ординати M_e або p_e на питому роботу $L_{\text{пит.}}$). [5]. $L_{\text{пит.}} = L_{\text{повн.}} / (i \cdot v_h)$, Дж/дм³ (1.1)

для повнорозмірного двигуна й для двигуна із частиною відключених циліндрів, тобто із числом активних циліндрів, рівним z .

$$L_{\text{пит.}} = L_{\text{повн.}} / (z \cdot v_h), \text{ Дж/дм}^3 \quad (1.2)$$

Відповідно до зазначеного, ордината p_e на рис.2. замінена ординатою $L_{\text{пит.}}$. Саме цей показник у даному методі є регульованим (регульований робочий об'єм двигуна). Універсальна характеристика двигуна може бути виконана в координатах $M_e - n$. Тоді повна робота двигуна на даному режимі (M_e) визначається по формулі: $L_{\text{повн.}} = 2 \cdot \pi \cdot M_e$, Дж. (1.3)

$$\text{А питома робота – по формулі: } L_{\text{пит.}} = 2 \cdot \pi \cdot M_e / z \cdot v_h, \text{ Дж/дм}^3, \quad (1.4)$$

де z – число активних (працюючих) циліндрів; V_h – робочий об'єм одного циліндра, дм³.

Методика викладена з використанням матеріалів робіт [6].

Оцінимо, якими будуть питомі витрати палива дизельним двигуном, якщо він буде працювати на тому ж режимі (по частоті й зовнішньому навантаженню) із числом активних циліндрів $z = 6, 4, 2$ (рис. 2).

З використанням універсальної характеристики (рис.2) одержуємо питомі ефективні витрати палива двигуна при різному числі активних циліндрів (і отже при різній $L_{\text{пит.}}$ двигуна), а також відносні зниження питомих витрат (Δg_e), які

$$\text{визначаються по співвідношенню: } \Delta g_e = \left[\frac{(g_{e,8} - g_{e,z})}{g_{e,8}} \right] 100\%, \quad (1.6)$$

Можливість дизеля працювати на даному режимі на одному циліндрі перевіряється перерахуванням на індикаторні показники через механічний ККД.

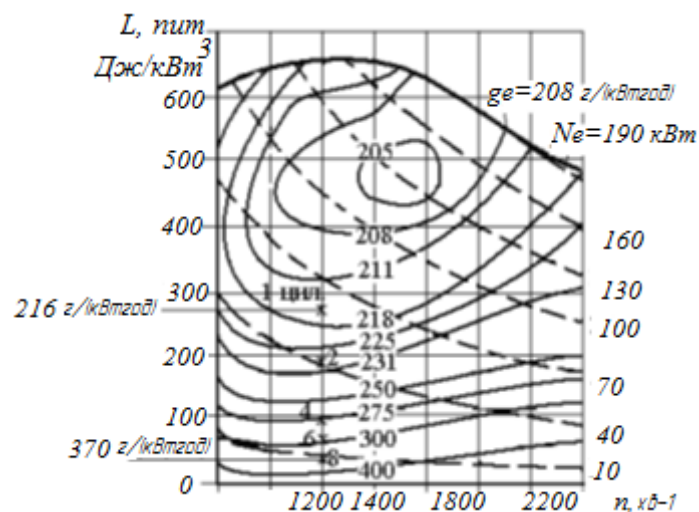


Рисунок - 2. Універсальна характеристика восьмициліндрового дизеля типу КамАЗ-7406, перебудована в координати $L_{\text{пит}} - n$: x – режими роботи дизеля із числом активних циліндрів $z = 8, 6, 4, 2, 1$ при $n = 1200 \text{ хв}^{-1}$. [2, 7].

Запропонована методика заснована на аналітичному аналізі опублікованих у пресі універсальних характеристик двигунів за показниками паливної економічності, перебудованих в ординати питомих робіт двигунів, регульованих зміною робочих обсягів. Проілюстрована необхідність заміни ординати M_e або p_e на питому роботу $L_{\text{пит}}$. Показано, що з використанням універсальної характеристики можливо отримати питомі ефективні витрати палива двигуна при різному числі активних циліндрів.

Література

1. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов / В.Н. Луканин [и др.]. Под ред. В.Н. Луканина. 2-е изд, перераб. и доп. М.: Высшая школа. 2005. 479 с. ил.
2. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок двигателя ВАЗ-2118. / Патрахальцев Н.Н. [и др.] // Автомобильная промышленность. 2014. № 4. С. 9-10.
3. Корнев Б. А. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок автотракторного дизеля типа Д-260 (6Ч11/12,5) изменением его рабочего объема: дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2013. 140 с.
4. Корнев Б. А. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок автотракторного дизеля типа Д-260 (6Ч11/12,5) изменением его рабочего объема: дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2013. 140 с.
5. D'Andrea, T., Henshaw, P., Ting, D., and Sobiesiak, A., "Investigating Combustion Enhancement and Emissions Reduction with the Addition of $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ to a SI Engine," SAE Technical Paper 2003-32-0011, 2003, doi:10.4271/2003-32-0011.
6. Оценка возможности повышения экономичности автомобиля регулированием рабочего объема двигателя / Н.Н. Патрахальцев [и др.] // Автомобильная промышленность. 2014 № 6. С. 10-12..
7. Савастенко Э. А. Регулирование двигателя с искровым зажиганием изменением его рабочего объема: дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2016. 128с.

Корогодський Володимир Анатолійович, к.т.н., доцент кафедри ДВЗ, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Обозний Сергій Володимирович, інженер кафедри ДВЗ, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

ПОРІВНЯЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВОТАКТНОГО ДВИГУНА З КАРБЮРАТОРОМ ТА БЕЗПОСЕРЕДНІМ ВПОРСКУВАННЯМ ПАЛИВА Й ЗМІНОЮ СТУПЕНЯ СТИСНЕННЯ

Експериментальні дослідження двотактного двигуна 1Д 8,7/8,2 (ДН-4) з карбюратором та системою безпосереднього впорскування палива (БВП) проводилися на кафедрі ДВЗ НТУ "ХПІ".

Відомо, що чим вище ступінь стиснення (ϵ), тим вище ефективні показники двигуна, менше витрата палива. Обмеженням підвищення ступеня стиснення у двигуні з іскровим запалюванням являється детонація. Однак застосування БВП та організація розшарованого паливоповітряного заряду дозволяє уникнути детонаційного згоряння. Тому з метою підвищення паливно-екологічних показників двигуна розроблено новий спосіб організації процесів сумішоутворення й згоряння розшарованого збідненого паливоповітряного заряду [1].

На підставі проведених експериментальних досліджень двигуна з БВП А-80, встановлено, що раціонально припустимий ступінь стиснення при максимальному навантаженні складає $\epsilon = 12$. Зі зниженням навантаження доцільно підвищувати ступінь стиснення. Критерієм раціонального обраного ступеня стиснення залежно від навантаження приймався максимальний крутний момент на вагах динамометра. Регулювання крутного моменту здійснювалося шляхом зміни моменту початку подачі палива на механічному насосі з манжетним ущільненням плунжера, прикриттям повітряної заслінки й зміною кута випередження запалювання. Вибрався раціональний кут випередження запалювання, і при цьому, відключенням системи запалювання перевірялося: відбувається запалювання паливоповітряної суміші від іскри запалювання або від стиску. Якщо запалювання паливоповітряної суміші походило від стиску, то ступінь стиснення зменшувався шляхом збільшення об'єму камери згоряння. Комплекс конструктивно-можливих регульованих параметрів дозволив оптимізувати протікання процесів сумішоутворення й згоряння залежно від навантаження за навантажувальною характеристикою при $n=3000 \text{ хв}^{-1}$.

При використанні системи БВП з підвищенням навантаження від мінімального до $p_e = 0,17 \text{ МПа}$ ступінь стиснення складає $\epsilon = 17,6$. При підвищенні навантаження у діапазоні $p_e = 0,17-0,38 \text{ МПа}$ $\epsilon = 15,8$. В зоні максимального навантаження до $p_e = 0,47 \text{ МПа}$ значення ϵ складає 12. Тиск впорскування палива не змінювався і складав $P_{\text{впор}} = 2,8 \text{ МПа}$. Регулювання потужності двигуна до $p_e = 0,38 \text{ МПа}$ було кількісним, а при подальшому збільшенні навантаження – якісним. Зміну ступеня стиснення (ϵ), розрідження за повітряною заслінкою (ΔP_s), початок впорскування палива ($\phi_{\text{впор}}$) та кут

випередження запалювання ($\Theta_{\text{зап}}$) в залежності від навантаження (p_e) наведено у таблиці.

Таблиця – Регульовальні параметри двигуна 1Д 8,7/8,2 з системою безпосереднього впорскування палива

p_e , МПа	ε	ΔP_s , МПа	$\Phi_{\text{впор}}$ (п.к.в. після НМТ)	$\Theta_{\text{зап}}$ (п.к.в. до ВМТ)
до 0,17	17,6	до 0,01	44	10
0,17-0,38	15,8	0,01-0,002	44	20
0,38-0,47	12	0,002	20	27

Мінімальна питома ефективна витрата палива ($g_{e \text{ min}}=0,224$ кг/(кВт год)) у двигуні із системою БВП має місце при навантаженні $p_e = 0,38$ МПа, у двигуні з карбюраторною системою живлення $g_{e \text{ min}} = 0,484$ кг/(кВт год) при $p_e = 0,31-0,37$ МПа. Істотне зниження значень $g_{e \text{ min}}$ (в 2,16 рази) у двигуні із БВП досягнуто за рахунок виключення втрат палива при продувці й оптимізації процесів сумішоутворення й згоряння розшарованого збідненого паливоповітряного заряду. Витрата палива за годину роботи двигуна з внутрішнім сумішоутворенням (БВП) у порівнянні із зовнішнім сумішоутворенням (карбюратор) при зниженні навантаження від максимального до $p_e = 0,15$ МПа знижена в 2,43 рази.

Ефективність згоряння обумовлена значним підводом повітря у зону горіння. Максимальне значення коефіцієнта надлишку повітря в циліндрі двигуна складає $\alpha_{\text{цил}} = 2,04$ при $p_e = 0,38$ МПа, де враховується втрата повітря при продувці циліндра. Сумарний коефіцієнт надлишку повітря при цьому становить $\alpha_{\text{сум}}=2,65$.

Значне зниження температури відпрацьованих газів (ВГ) в 1,5-2 рази показує ефективність протікання процесів сумішоутворення й згоряння, підвищення індикаторних показників двигуна. Максимальна температура ВГ при повному навантаженні ($p_e = 0,47$ МПа) перебуває на рівні 440°C .

Згоряння збідненого розшарованого паливоповітряного заряду на часткових навантаженнях дозволило знизити кількість оксидів вуглецю в ВГ до рівня дизельних двигунів ($\text{CO} = 0,05$ % при $p_e = 0,33-0,37$ МПа). Вміст незгорілих вуглеводневих частин палива в ВГ перебуває на рівні $\text{CH} = 250-350$ ЧНМ.

Література

1. Pat. WO 2009/044225 A1, IPC F02B 23/10. A Method of Mixing in a Combustion Chamber of an Internal Combustion Engine and a Spark-Ignition Direct-Injection Stratified Fuel-Air Charge Internal Combustion Engine / Korogodskyj V. A. (UA), Kyrylyuk I. O. (UA), Lomov S. G. (UA); applicants and patent holders Kulygin, V. I. (UA), Korogodskyj, V. A. (UA), Kyrylyuk, I. O. (UA), Lomov, S. G. (UA). – International Application Number PCT/IB 2007/004105; priority date 03.10.2007; international publication date 09.04.2009.

Ільченко Андрій Володимирович, к.т.н, доцент, Житомирський державний технологічний університет, avi_77@ukr.net
Ломакін Володимир Олександрович, к.т.н., Житомирський державний технологічний університет, rootsymbol@gmail.com

НЕРІВНОМІРНІСТЬ ОБЕРТАННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛА ТА ШЛЯХИ ЇЇ ЗМЕНШЕННЯ

Вступ. Особливістю функціонування двигунів внутрішнього згоряння є нерівномірність обертання його колінчастого вала, що обумовлена конструкцією кривошипно-шатунного механізму, не ідентичністю робочих процесів, не зрівноваженістю окремих елементів, не лінійністю сил опору, наявністю різноманіття змінних в часі сил, що діють на опори та іншими процесами.

Для зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала використовують гасії коливань, багатоциліндрові кривошипно-шатунні механізми. Класично використовували гасії крутильних коливань як складову частину веденого диску зчеплення, що згодом призвело до створення двомасових маховиків, які набувають все більшого поширення [1-2]. Наприклад, автомобільна промисловість східної Європи в 1996 році випускала лише 10% легкових автомобілів з механічною трансмісією та двомасовими маховиками, а в 2011 році – вже біля 70%.

Мета дослідження. Удосконалення підходів щодо зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння використанням спеціалізованих маховиків.

Результати досліджень. Нерівномірність обертання колінчастого вала оцінюється відносною величиною, яку називають коефіцієнтом зміни середньої швидкості або коефіцієнтом нерівномірності обертання [1-3]. Ця величина задається при проектуванні і досягається конструктивно, в тому числі підбором маховика двигуна.

Цей підхід забезпечує заданий рівень нерівномірності в номінальному режимі роботи, а в режимах часткових навантажень, холостого ходу нерівномірність обертання, особливо для малоциліндрових двигунів, може бути значно відрізнятись.

Нерівномірність обертання стрімко зменшується при зростанні частоти обертання, тому на режимі холостого ходу та режимах близьких за частотою обертання до нього, спостерігається максимальні значення останньої. Ефективними способами зменшення нерівномірності обертання є підвищення кількості циліндрів та удосконалення конструкції маховика. Саме тому розповсюдження використання двомасових маховиків на сучасних автомобілях є таким популярним. Двомасові маховики фокусують на собі руйнівний вплив коливальних процесів та, враховуючи їх відносну складність, стають відносно ненадійним вузлом двигуна в порівнянні з класичними маховиками.

Для досягнення заданого рівня нерівномірності обертання на всіх режимах роботи необхідно використовувати комплексний підхід, що дозволяє компенсувати більшість збурюючих факторів. Для вирішення цієї задачі використовуються маховики змінного моменту інерції [3], які значно покращують нерівномірність обертання. Але змінювати момент інерції маховика, щоб покращити нерівномірність обертання двигуна внутрішнього згоряння, використовуючи лише механічну енергію обертального руху є досить складним завданням, що негативно впливає на надійність пристрою. Тому для вирішення цієї задачі пропонується до використання гібридний маховик змінного моменту інерції, що дозволяє змінювати момент інерції як в межах одного оберту, так і при переході з одного режиму роботи на інший, покращуючи, наприклад, прийомистість (рис. 1).

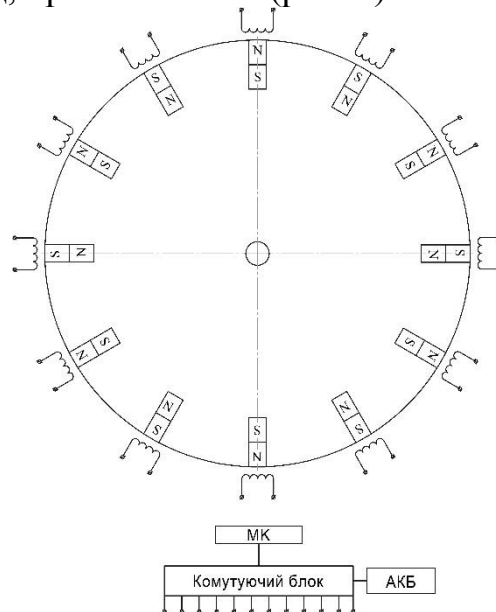


Рисунок 1 – Схема гібридного маховика змінного моменту інерції

Висновок: запропоновано підхід зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння на всіх режимах роботи за допомогою гібридного маховика змінного моменту інерції.

Література

1. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни: підручник [3-тє видання] / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко // – К.: Арістей. – 2007. – 476 с.
2. Jeremy Bourgois Dual Mass Flywheel for Torsional Vibrations Damping. Parametric study for applicatiuon in heavy vehicle / G. Bourgois Department of Applied Mechanics Chalmers University of Technology, – Gothenburg, Sweden 2016.
3. Ломакін В. О. Зменшення нерівномірності ходу двигуна внутрішнього згоряння удосконаленням конструкції маховика: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.03 "Двигуни та енергетичні установки" / Ломакін Володимир Олександрович; Національний транспортний університет. – Київ, 2018. – 194 с.

Нестеренко Вікторія Валентинівна, к.т.н., доцент, Первомайська філія Національного університету кораблебудування імені Макарова, e-mail: ppi@net.ua

Грабовенко Олександр Іванович, викладач, Первомайська філія Національного університету кораблебудування імені Макарова, e-mail: ppi@net.ua

Сучасні напрямки поліпшення економічних і екологічних показників автомобільних дизелів

Дизелі по ряду експлуатаційних показників перевершують бензинові двигуни. Автомобілі з дизелями витрачають на 20-25% менше палива, ніж автомобілі з бензиновим двигуном. Дизелі мають приблизно в 2 рази більший технічний ресурс, краще пристосовані до форсування застосуванням газотурбінного наддуву, забезпечують отримання великої потужності в одному агрегаті.

Однак процес сумішоутворення і згоряння в дизелях зумовлює значно вищі рівні утворення сажі і канцерогенних вуглеводнів в порівнянні з бензиновими двигунами. Наявність значного надлишку повітря в дизелі викликає великі труднощі в нейтралізації оксидів азоту.

Накопичений світовий досвід свідчить, що найкращі економічні та екологічні показники в дизелях з нерозділеними камерами згоряння забезпечуються при об'ємному сумішоутворення. При цьому паливна апаратура повинна забезпечувати високу інтенсивність впорскування палива, створюючи тиск до 150-200 МПа. При такому рівні тисків значно зменшується мілкість розпилювання і тривалість впорскування, завдяки чому досягається зниження димності ВГ і зменшення викидів оксидів азоту і вуглеводнів. Зменшення викидів вуглеводнів сприяє також зменшення об'єму під голкою розпилювача форсунки.

Для зниження рівня шуму і жорсткості роботи дизеля широко використовується двоступінчасте, двох стадійне і навіть багатостадійне впорскування палива. Іншими особливостями перспективних автотракторних дизелів є: застосування чотирьох клапанів в кожному циліндрі; електронне управління подачею палива; більш точне автоматичне регулювання кута випередження впорскування палива, навантаження і температури охолоджуючої рідини, застосування регульованого газотурбінного наддуву з проміжним охолодженням наддувочного повітря; використання систем рециркуляції випускних газів для зниження рівнів утворення оксидів азоту.

Газотурбінний наддув широко застосовується для вантажних автомобілів і автобусів. На сьогодні практично всі дизелі потужністю понад 100 кВт оснащені системами наддуву. Газотурбінний наддув не тільки дозволяє істотно підвищити потужність дизеля, але і забезпечує поліпшення економічності, зниження токсичності та димності випускних газів за рахунок більш високого коефіцієнта надлишку повітря.

У сучасних дизелях ступінь підвищення тиску при наддуві знаходиться в межах 1,5-2,5 і найближчим часом буде підвищена до 3,0.

Швидко розширюється застосування електронних мікропроцесорних систем управління, що забезпечують поліпшення паливної економічності на 5-7%, зниження димності і токсичності ОГ, завдяки більш точній реалізації характеристик управління і оптимізації кута випередження впорскування палива, а також полегшення пуску дизеля шляхом оптимізації пускової подачі.

В результаті реалізації перерахованих вище заходів мінімальна питома ефективна витрата палива по швидкісній характеристиці у дизеля з нерозділеною камерою згоряння і газотурбінним наддувом становить 189-215 г/кВт·год, а при номінальній потужності 205-255 г/кВт·год.

Як правило, рівень шуму дизелів на 5-8 дБА вище, ніж у бензинових двигунів. До найбільш ефективних заходів щодо зниження шуму дизелів відносяться:

- вдосконалення процесу згоряння з метою зниження швидкості наростання тиску (рівень шуму можна знизити на 4-5 дБА);
- часткова або повна звукоізоляція двигуна (на 3-8 дБА).

У середньому по Європі рівень шуму дизеля з звукоізоляцією складає від 72 до 82 дБА.

Зарубіжні фірми встановлюють в системах випуску дизелів пристрої зниження токсичності з фільтром сажі і системою регенерації, переходять на мало сірчисте (менше 0,05%) паливо. Досить сказати, що за останні п'ять років за цими напрямками запатентовано понад 200 технічних рішень.

Як матеріал для виготовлення фільтр сажі використовуються кераміка (стільникові пористі структури на основі кордієриту), металеві сітки і повсть (на основі волокон з нержавіючої сталі), ткани матеріали з кремнеземної нитки. Випробування показали, що фільтруючі елементи здатні затримувати 80-95% твердих частинок, що містяться у випускних газах при опорі елемента, що дорівнює 0,008 - 0,01 МПа.

Складною проблемою є регенерація сажових фільтрів. Тривають роботи по зниженню температури регенерації за рахунок добавок активаторів, які або можуть вводитися в паливо, або наноситися на поверхню фільтруючого елемента.

Не припиняються і роботи по створенню систем нейтралізації для дизелів. Фахівцями НАМІ розроблений типорозмірний ряд каталітичних нейтралізаторів для двигунів потужністю від 10 до 1000 кВт. Ефективність очищення випускних газів цими нейтралізаторами при їх температурах більше 250 °С становить: по оксиду вуглецю - 50-90%, по вуглеводнях - 50-80%, по альдегідам - до 50%, їх ресурс складає 160 тис. км пробігу (з заміною каталізатора через 80 тис. км).

Останнім часом пожвавився інтерес до використання газового палива в дизелях. Газодизель має високу паливну економічність, низькі димність і токсичність випускних газів. Цей напрямок особливо актуальний для України, яка має обмежені джерела для отримання рідких дизельних палив.

Література

1. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. - М: Машиностроение, 1981. - 160 с.
2. Жегалин О.И. Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. - М.: Транспорт, 1985. - 120 с.
3. Канило П.М., Бей И.С., Ровенский А.И. Автомобиль и окружающая Среда. - Х.: Прапор, 2000. - 304 с.

Токарев Александр Николаевич, к.т.н., профессор Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, РФ, г. Барнаул.

e-mail: tokarewan@mail.ru, телефон: 8-(3852)-298-745

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДВУХРОТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРНОГО ТИПА

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова совместно со студентами ведутся работы по разработке конструкции роторного двигателя внутреннего сгорания.

Проанализировав конструкции существующих роторных двигателей, в основном описанных в патентах, мы пришли к выводу, что наиболее простыми по конструкции роторными двигателями являются двигатели с заслонками. Разделение рабочих полостей заслонкой на части, проще всего делается в двухроторном двигателе, где в одном роторе, роторе компрессора, выполняется выпуск горючей смеси (или воздуха) и сжатие этой смеси с одновременным перемещением её в камеру сгорания, где смесь и воспламеняется. Во втором роторе выполняется силовое воздействие горячей в камере сгорания рабочей смеси на конусную поверхность силового ротора, заставляя его вращаться, и выпуск отработавших газов в атмосферу.

Суть конструкции двигателя состоит в том, что на одном валу жестко закреплены два ротора, ротор компрессора К и ротор турбины Т. Между роторами находится камера сгорания КС с газораспределительным механизмом (см. рис. 1). Подробно конструкция описана в литературе [1,2,3,4].

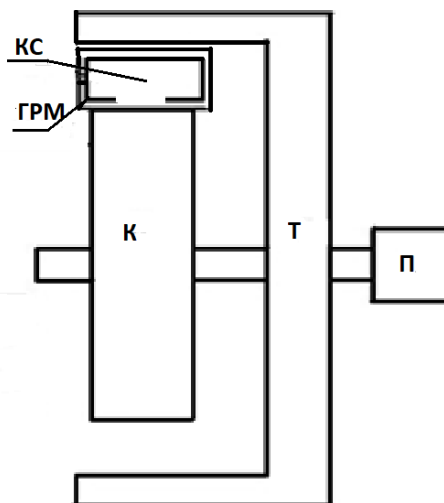
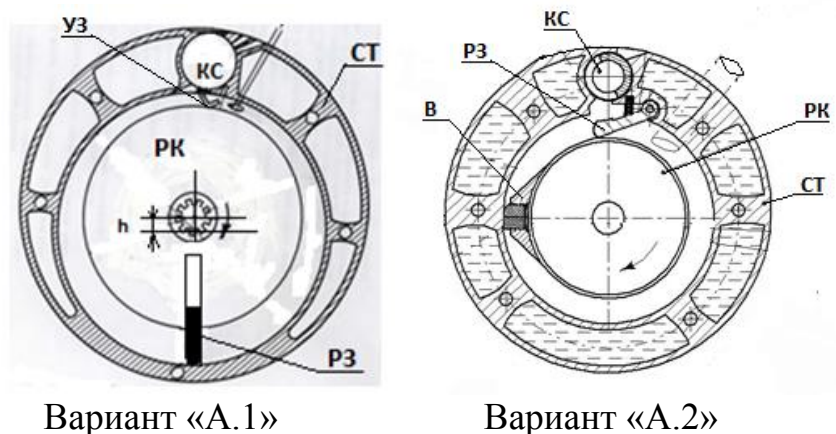


Рисунок 1 – Принципиальная схема роторного двигателя

К –компрессор, КС – камера сгорания, ГРМ – газораспределительный механизм, Т – турбина, П - потребитель

Работая над конструкцией роторного двигателя, мы особое внимание уделили конструкции компрессорной части двигателя, поскольку она является первоочередной в последовательности работы двигателя.

Конструкция компрессора может быть двух типов: со смещением осей ротора компрессора относительно статора и вариант с размещением на внешней поверхности ротора компрессора выступа (см. рис. 2). Вариант со смещением осей (вариант «А.1») широко используется в различного типа насосах, таких, например, как конструкция масляного насоса в поршневых двигателях. Вариант «А.2» используется реже, но и в этой конструкции проблема уплотнений является также наиболее важной.



Вариант «А.1»

Вариант «А.2»

Рисунок 2 – Варианты схем конструкции компрессора

РК – ротор компрессора, КС – камера сгорания, РЗ – рабочая заслонка, СТ-статор (корпус двигателя), УЗ –уплотняющая заслонка, В –выступ ротора, h – величина смещения осей

Нами были изготовлены физические модели обоих вариантов компрессорной части двигателей. После проведенных испытаний выявлено, что вариант «А.2» более предпочтителен, в основном из-за возможности установки более практичных уплотнений [5].

Конструкция камеры сгорания, разработанная нами, представляет собой корпус, выполненный в виде цилиндра с впускным и выпускным окнами. Между корпусом двигателя и камерой сгорания располагается вращающийся газораспределительный стакан с перепускным окном, совпадающим по конфигурации с впускным и выпускным окнами корпуса камеры сгорания. Подробно конструкция камеры сгорания и ГРМ описана в литературе [1]. Как и в конструкции компрессорной части двигателя, главной проблемой в конструкции камеры сгорания и ГРМ являются уплотнения. Здесь мы предлагаем использовать пластинчатые и кольцевые уплотнения по типу уплотнений двигателя Ванкеля [6].

Работая над различными вариантами конструкции двух роторного двигателя мы пришли к выводу, что все конструкции могут быть работоспособными, а все их недостатки могут быть устранены путем внесения изменений в их конструкцию.

На сегодняшний день нами подробно разработана конструкция роторного двигателя по варианту А.1 и А.2. и изготовлены физические модели. Испытания физических моделей показали, что конструкции, в том виде в котором мы их сделали, практически не работоспособны (не дают требуемой степени сжатия), в основном из-за наличия больших утечек воздуха и сложности «разведения» рабочих заслонок.

Сейчас работаем над изготовлением усовершенствованной модели компрессорной части роторного двигателя (модель РДТ-6, РДТ-7). Стараемся учесть все выявленные недостатки предыдущих моделей, а также учесть опыт других разработок по роторным двигателям.

Приглашаем к сотрудничеству заинтересованных студентов и аспирантов других вузов. Надеемся на полезную критику и подсказку со стороны любителей конструирования и специалистов по двигателестроению.

Література

1. Токарев А.Н. Роторный двигатель внутреннего сгорания турбокомпрессорного типа. Издат. LAP LAMBERT Academic Publishing; ФРГ, Немецкая Национальная Библиотека, 2014 – 81 с.
2. Патент РФ № 2351780, МПК F02B 53/08. Роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания / Токарев А.Н., Токарев М.Ю., Бураков А.А., Ефанов А.В., Пожидаев В.В.; опубл. 10.04.2009 г. Бюл. № 10.

3. Патент РФ № 2478803, МПК F02B 53/08. Роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания / Токарев А.Н., Токарев М.Ю., Нешатаев В.В., Сильченко И.А.; опубл. 10.04.2013 г. Бюл. № 10.

4. Патент РФ № 2538990, МПК F02B 53/08. Роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания / Токарев А.Н., Токарев М.Ю., Байкалов М.С., Попов А.С., Сильченко И.А.; опубл. 04.06.2013 г. Бюл. № 1.

5. Токарев А.Н., Дубов Е.А., Горяев А. В., Хлопцев В.В. Исследование величины утечки воздуха в физической модели роторного двигателя турбокомпрессорного типа. В журнале «Ползуновский альманах» №3 Т.1/2017- Алт. гос. техн. ун – т. – Барнаул, 2017.

6. Бениович В.С., Апазиди Г.Д., Бойко А.М. Ротопоршневые двигатели. М., Машиностроение, 1968.

7. Двигатель конструкции Токарева А.Н.: сайт АлтГТУ - <http://www.motor-rotor.altstu.ru/>.

Цюман Микола Павлович, к.т.н., доцент, Національний транспортний університет, tsuman@ukr.net

Артеменко Роман Валерійович, аспірант, Національний транспортний університет

Бориско Сергій Олександрович, аспірант, Національний транспортний університет

Садовник Іван Іванович, аспірант, Національний транспортний університет

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Ефективність функціонування автомобільного двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) визначається здатністю перетворювати енергію, внесену з паливом, в корисну роботу та рівнем забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами. За умови забезпечення високого ступеня перетворення шкідливих речовин каталітичним нейтралізатором, основним фактором, що визначає рівень ефективності сучасного автомобільного ДВЗ, є витрата палива. Ефективність використання палива в сучасному автомобільному ДВЗ значною мірою залежить від рівня теплових і механічних втрат та енергетичних потреб різних споживачів механічної енергії на борту автомобіля. Одним із таких споживачів енергії є електрогенераторна установка, що є елементом системи забезпечення роботи двигуна (СЗРД) та автомобіля (СЗРА) та потужність якої в сучасному легковому автомобілі може коливатись в межах 0,8 – 1,4 кВт. Крім того, електрична енергія (ЕЕ) може використовуватись для функціонування додаткових засобів поліпшення робочого процесу двигуна, зокрема, генератора водневмісного газу (ГВГ) для додавання до свіжого заряду. Тому, актуальною задачею є розробка методів зниження витрати палива для виробництва ЕЕ на борту автомобіля.

Першим етапом у вирішенні поставленої задачі є дослідження впливу

електричного навантаження на витрату палива та екологічні показники сучасного автомобільного двигуна. З цією метою було використано експериментальну установку, що імітує споживання ЕЕ від генератора за допомогою поступового підключення до електричної мережі автомобільного двигуна електричних ламп різної потужності. В результаті проведення досліджень було отримано показники паливної економичності та екологічні показники двигуна в режимах холостого ходу.

Аналіз впливу електричного навантаження на екологічні показники двигуна в досліджених режимах показав, що система нейтралізації забезпечує достатньо високу ступінь перетворення шкідливих речовин у всьому діапазоні зміни електричного навантаження, а збільшення електричного навантаження практично не впливає на ефективність роботи системи нейтралізації.

За результатами експерименту визначено залежність еквівалентної потужності, що представляє витрату палива, від електричної потужності, що споживається від генератора (рис. 1). На основі цієї залежності було визначено ефективність перетворення енергетичною установкою хімічної енергії палива у ЕЕ (рис. 1). Загалом, ефективність такого перетворення знаходиться на рівні 17-28 %, що пов'язано із складністю процесу перетворення хімічної енергії палива в ЕЕ.

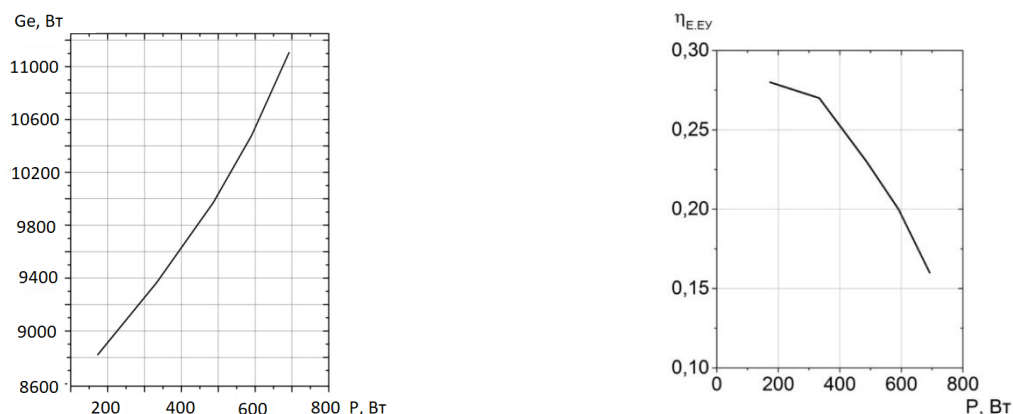


Рисунок 1 – Залежності еквівалентної витрати палива та ефективності її перетворення в ЕЕ від електричного навантаження

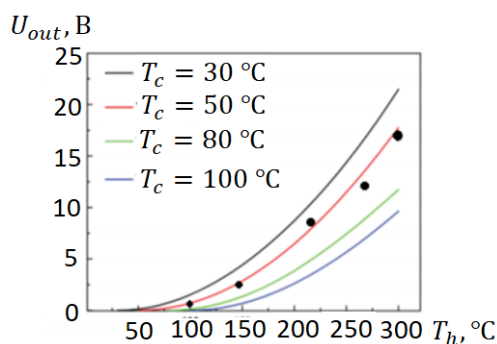


Рисунок 2 – Характеристики використаних термоелектричних елементів

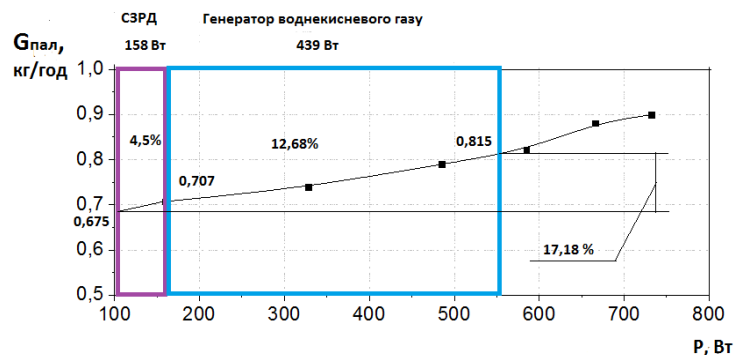


Рисунок 3 – Резерви поліпшення паливної економичності двигуна в режимі холостого ходу при застосуванні ТУ ТЕ ВГ

Наступним етапом вирішення задачі дослідження є вибір способу компенсації додаткових витрат палива на виробництво ЕЕ в автомобілі. Застосування системного підходу дозволило визначити, що найбільш ефективним джерелом енергії для забезпечення роботи автомобільних електричних споживачів може бути невикористана теплова енергія (ТЕ) відпрацьованих газів (ВГ) ДВЗ. Термоелектрична утилізація (ТУ) невикористаної ТЕ ВГ ДВЗ є ефективним способом, що дозволяє одночасно знизити теплові втрати ДВЗ та забезпечити отримання додаткової ЕЕ на борту автомобіля в залежності від температури ВГ (рис. 2). Для оцінювання ефективності ТУ ТЕ ВГ була створена експериментальна установка, що являє собою систему термоелектричних елементів, інтегрованих у системи випуску і охолодження ДВЗ.

Аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить, що ТУ ТЕ ВГ може від 4,5 до 17 % поліпшити паливну економічність ДВЗ в режимі холостого ходу (рис. 3). Такі показники спричинені тим, що частка потужності ДВЗ, необхідна для роботи СЗРД або ГВГ, є досить значною.

Швыдкий Дмитрий Валериевич, аспирант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, инженер отдела исследования и разработки фирмы «MotortechGmbH & Co», Германия

Левченко Денис Вадимович, аспирант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ГАЗОВОГО ДВС 6ГЧН 13/14

Для проведения экспериментальных исследований процессов бедного сгорания в газовых двигателях необходимо создание лабораторного стенда в первую очередь обеспечивающего определение с достаточной точностью необходимого объема информации о процессах исследования и во вторых соответствующего современным тенденциям автоматизации процесса испытаний. Глубокое обеднение смеси и/или разбавление негорючим компонентом сопровождается известными трудностями – увеличением цикловой неустойчивости и учащением пропусков воспламенения.

Для подобного рода исследований на кафедре ДВС ХНАДУ используется моторный стенд с двигателем 6 ГЧН-13/14 (ЯМЗ-236, конвертированный в газовый ДВС с непосредственным зажиганием (direct ignition) для работы на природном газе (степень сжатия 12, турбированный)).

Для экспериментальных исследований на моторном стенде при составе смеси вблизи границы воспламенения в связи с ростом цикловой неустойчивости работа двигателя приобретает нестационарный характер. Наличие большого количества непрерывно меняющихся в широком диапазоне параметров приводит к необходимости автоматизации работы стенда для возможности снятия и обработки экспериментальных данных непосредственно при работе

двигателя. Это позволит гарантировать соответствие исследуемых режимов ожидаемым и гарантировать адекватность эксперимента, а также оценить характер исследуемого параметра и дать возможность непосредственной корректировки управляющих факторов и как следствие – более детальное изучение исследуемых процессов.

Аспирантом ДВС ХНАДУ Швыдким Д.В. [1] предложен метод организации исследования влияния параметров электрического разряда искровой системы зажигания на скорость создания первичного очага пламени и как следствие на проявление цикловой нестабильности при работе газовых ДВС. Метод предусматривает глубокую автоматизацию измерительной системы и возможность многофакторно оценивать процессы организации смеси, формирования первичного очага пламени и протекания сгорания в контрольном цилиндре.

Реализация метода заключается в синхронном сборе первично обработанных результатов поцикловых измерений в базу данных за определенное количество циклов для последующей программной статистической обработки данных на ПК. Особенностью является наличие управления мощностью искрового разряда как дополнительного фактора в условиях граничного обеднения смеси.

В первую очередь необходимо поцикловое определение индикаторных и эффективных параметров индицируемого цилиндра, а также параметров топливоподачи:

- запись индикаторных диаграмм с одновременным измерением параметров искрового разряда в реальном времени,
- контроль положения коленчатого вала;
- измерение скоростного режима и нагрузочной характеристики ДВС за цикл;
- непрерывный контроль расходов газа и воздуха;
- измерение параметров системы питания и отвода отработавших газов;
- определение параметров окружающей среды.

Составу смеси предложено определять по расходам воздуха и газа. Это необходимо с учетом фактора, что при пропусках воспламенения метод измерения состава смеси по концентрации кислорода в выхлопных газах не является применимым.

Параметрами искрового разряда, для индицируемого цилиндра при определении мощности разряда, тепловыделения искрообразования, а так же момента подачи искры для каждого отдельного цикла работы двигателя, являются:

- порции электрической энергии в дуговой и в тлеющей фазах разряда;

- длительности дуговой и тлеющей фазы разряда;
- количества электрического заряда, перемещенного в процессе дуговой фазы и тлеющей фазы разряда;
- напряжение электрического пробоя;
- угол опережения зажигания т.е. момент начала разряда.

Для реализации поставленных задач реализована организация системы сбора и обработки данных, состоящая из четырех основных функциональных частей:

- 1) Установка комплекса измерительной аппаратуры в зависимости от рода измеряемой физической величины, необходимой точности, условий работы а также конфигурации конкретного испытательного стенда.
- 2) Накопление и предварительная обработка данных перечисленных параметров поцикловых и мгновенно изменяющихся процессов, а также последующая своевременная передача накопленных статистических данных в форме цифровых пакетов, например по RS485 или Ethernet на внешние вычислительные устройства.
- 3) Компьютер со специализированным под описанный комплекс программным обеспечением (ПО) для сбора результатов отдельных циклов в базу данных последних 1000 циклов, статистической обработки и отображения результатов оператору.

На лабораторном стенде ХНАДУ идет работа по реализации измерительного комплекса «Sparkign & Combustion Analyzer». На данный момент стенд полностью оборудован необходимой датчиковой аппаратурой, проведена апробация и настройка измерительной системы, ведется подготовка к завершающему этапу – параллельной обработки данных.

Литература

1. Shvydkyy D. Development of a merthod for experimental investigation of combustion process in lean burn gas engines / D. Shvidkyy // Eastern-European journal of EnterpriseTechnologies. – 2018. – Vol. 4/5(94), pp. 61-79.

Шльончак Ігор Анатолійович, канд. техн. наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, Igor_Shlionchak@ukr.net.

Солтус Анатолій Петрович, д-р техн., наук, професор, Черкаський державний технологічний університет.

Компанієць Ігор Володимирович, магістрант, Черкаський державний технологічний університет.

Павлов Олександр Миколайович, магістрант, Черкаський державний технологічний університет.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ В ДИЗЕЛЯХ

Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) досить поширені у світі. І серед них значне місце займають дизелі. Перспектива використання дизелів обумовлює актуальність досліджень, присвячених проблемі використання в них альтернативних палив. Необхідність впровадження альтернативних палив викликана двома глобальними проблемами: світовим дефіцитом нафтового палива та забрудненням навколишнього середовища. Частковим вирішенням розглянутих вище проблем є впровадження та використання у ДВЗ альтернативних палив або використання добавок інтенсифікуючи сполук, зокрема водневмісного газу [1].

Оскільки отримання водню в достатній кількості та його зберігання становить значні труднощі і небезпеку, то застосування водневмісних сполук, які можна отримувати на борту автомобіля та використовувати в якості добавки для покращення згоряння основного палива, є доцільнішим [2].

В Черкаському державному технологічному університеті на кафедрі автомобілів та технологій їх експлуатації проводяться дослідження впливу водневмісного газу на паливну економічність та викиди шкідливих речовин дизеля Dong Feng моделі CY4102BZLQ. Для цього на кафедрі розроблений пристрій для виробництва та подачі у впускний колектор двигуна водневмісного газу (рис. 1).

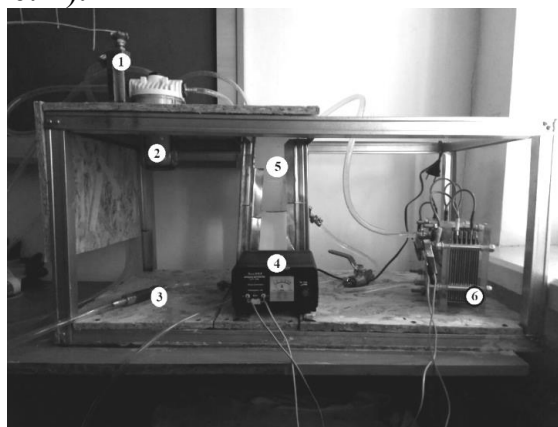


Рисунок 1 - Пристрій для виробництва і подачі водневмісного газу в ДВЗ

Робочий розчин, з якого виробляється водневмісний газ, міститься у розширювальному бачку 5. Для забезпечення живлення електролізера 6 електричною енергією використовувався блок живлення «БЛИК-10ИМ» 4. Для вимірювання об'ємної витрати виробленого газу використовувався ротаметр 1 моделі РМ-А-0,063ГУЗ. Відомо, що водневмісний газ досить небезпечний [2, 3]. Тому, щоб забезпечити відповідну безпеку під час виробництва та використання у ДВЗ водневмісного газу в пристрої було передбачено гідрозатвор 2 та вогнеперешкоджувальний клапан 3.

Електролізер складається з двох бічних 3 (рис. 2), між якими розміщено 13 пластин із нержавіючої сталі марки 2Х18Н10Т, що слугують електродами 6, і між якими затискаються ущільнювачі 5. Електричний струм подається через клема 4. Розчин електроліту надходить в електролізер через штуцер подачі 2, а водневмісний газ виділяється відповідно через штуцер 1. Електроліт був виготовлений як розчин дистильованої води з каустичною содою (NaOH).

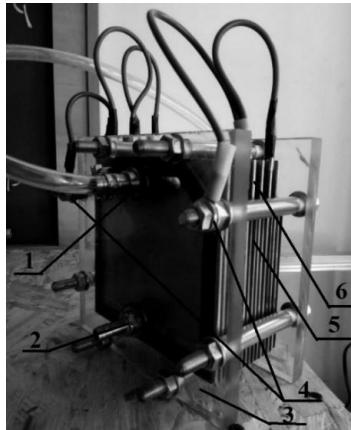


Рисунок 2 - Електролізер

Таким чином виготовлений пристрій для виробництва водневмісного газу та його подальшого використання в ДВЗ на борту автомобіля дозволить в перспективі проводити випробування дизеля Dong Feng в умовах експлуатації.

Література

1. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.
2. Гутаревич Ю.Ф. Вплив добавки водневмісного газу на робочий процес бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення / Гутаревич Ю.Ф., Шуба Є.В. // Вісник ВПІ. Вінниця – 2016 – № 2 – с. 152 – 156.
3. Шльончак І.А. Аналіз ефективності використання водневмісного газу у двигунах внутрішнього згоряння / Шльончак І.А., Компанієць І.В., Павлов О.М. // VI Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту»: тези доповідей. – Вінниця. – Вінницький національний технічний університет– 12-13 квітня 2018.–с.209-212.

ВПЛИВ АЕРОДИНАМІКИ НА ХОДОВІ ЯКОСТІ ГОНОЧНОГО АВТОМОБІЛЯ

Аеродинамічні сили впливають на динамічні характеристики гоночного автомобіля безпосередньо (випадок сили опору), або побічно, при створенні піднімальної або притискної сили, яка впливає на коефіцієнт тертя шин [2]. Визначення величини й напрямку аеродинамічної сили і її метацентра важливо для наступних розрахунків динамічних характеристик гоночного автомобіля.

Чисельне моделювання аеродинамічних характеристик гоночних автомобілів дозволяє отримати данні про розподілення аеродинамічних сил і моментів.

Чисельне моделювання [1] стаціонарного обтікання виконане за допомогою програмного комплексу *MTFS*[®]. Розрахункова область будувалася за принципом аеродинамічної труби. Твердотільна модель занурена в розрахункову область із розмірами $L \times H \times W = 10l \times 5l \times 5l$ (рис. 1) де l - довжина автомобіля.

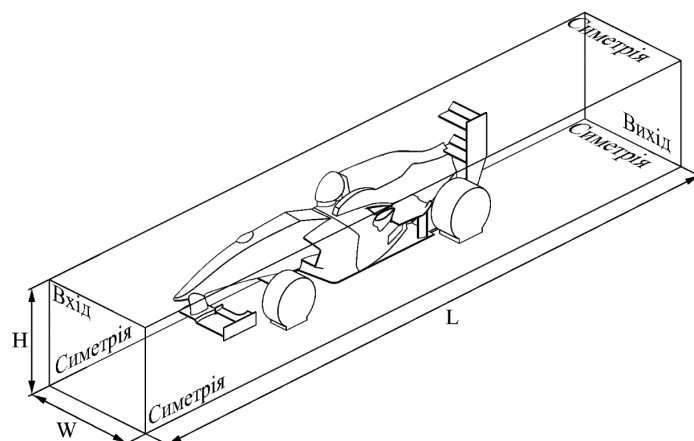


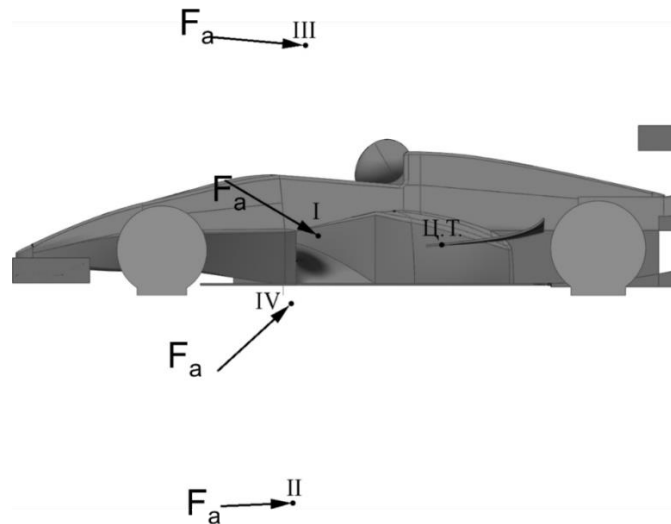
Рисунок 1 – Схема розрахункової області навколо гоночного автомобіля

Розрахункова область описувалася гексагональною сіткою потужністю близько 10 млн. вузлів зі згущеннями поблизу твердих поверхонь для опису прикордонного шару. Інтегрування повних осереднених рівнянь Нав'є-Стокса здійснювалося різницевою схемою 2-го порядку точності на основі *TVD* апроксимації при замиканні *SST* моделлю турбулентності у формулюванні Ментера. Для опису в'язких ефектів у прикордонному шарі на деяких елементах конструкцій використовувалися пристінні функції, при цьому мінімальне значення змінної примежового шару вибиралося за умови $Y^+ < 5$. Поза розрахунковою областю передбачався незбурений потік.

Атмосферне середовище описувалося моделлю ідеального газу. У чисельних експериментах використовувалися наступні граничні умови:

швидкість потоку, що набігає, повітря направлялася уздовж поздовжньої осі автомобіля, становила 15-50 м/с і збігалася зі швидкістю дорожнього полотна; на видаленні задавався тиск P_{∞} стандартної атмосфери.

На рис. 2 представлено приведення системи сил, що діють на автомобіль, до рівнодіючої (із вказівкою центру приведення й напрямку) для варіантів компоновки.



I – Базовий варіант; II – Без заднього антикрила; III – Без переднього антикрила; IV- Без заднього й переднього антикрила

Рисунок 2 – Розташування центру додатка аеродинамічної сили

З рис. 2 видно, що у варіантах III, IV аеродинамічна сила створює момент за годинниковою стрілкою відносно центра ваги; у варіантах II, I – у зворотному напрямку, тобто антикрила забезпечують стійкість.

Також однією з важливих динамічних характеристик гоночного автомобіля є - максимальна швидкість у повороті [2].

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{\sqrt{\left(\frac{m}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \rho_{\infty} \cdot S_m \cdot C_x\right)^2} - \frac{1}{2} \cdot \rho_{\infty} \cdot S_m \cdot C_y}}.$$

де φ – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою,

R – радіус повороту,

m – повна маса автомобіля,

S_m – міделева площа перетину автомобіля,

ρ_{∞} – густина незбуреного потоку,

C_x, C_y – коефіцієнти аеродинамічного опору та притискної сили.

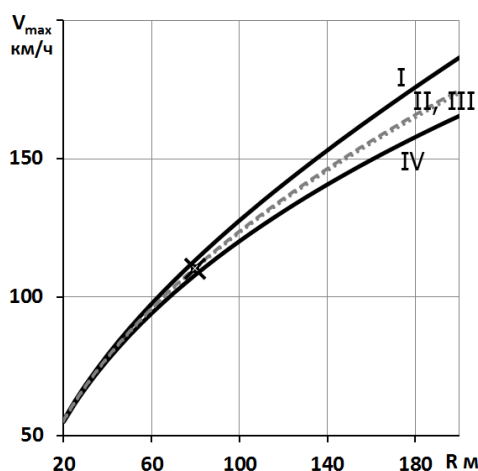
Представлена формула заснована на наступних припущеннях:

- сталості радіуса повороту,

- фіксованому положенні кермового колеса,
- відсутність сили тяги.

У дійсності явища, що відбуваються при повороті автомобіля, складніше й, наприклад, при швидких поворотах керма на кривих змінного радіуса гранична швидкість може виявитися значно нижче обчисленої по вищенаведеній формулі. Однак дана залежність відбиває вплив поліпшеної конструкції на динаміку руху автомобілів на поворотах і відповідає практичним спостереженням в умовах експлуатації.

На рис. 3 представлені залежності максимальної швидкості від величини радіуса повороту для різних варіантів «аеродинамічної» компоновки гоночного автомобіля. Також показане порівняння з тестовим заїздом на реальній трасі для базового варіанта.



I – базовий варіант; II – без заднього антикрила; III – без переднього антикрила; IV – без заднього і переднього антикрила; – Тестовий заїзд

Рисунок 3 Максимальна швидкість залежно від величини радіуса повороту

Висновки

Таким чином, визначені граничні значення швидкості в повороті. Аналітична залежність добре корелює з реальним тестовим заїздом: на гоночній трасі з радіусом повороту $R=80$ м гранична швидкість склала $V_{\max} = 120$ км/год.

Встановлено залежності аеродинамічних характеристик антикрил залежно від кута атаки і близькості екрана на основі чисельного моделювання обтікання передніх і задніх антикрил спільно з кузовом автомобіля.

Литература

1. Авершин, А.Г. Компьютерное моделирование аэродинамических характеристик гоночного автомобиля ХАДІ 31 [Текст] / А.Г. Авершин, В.Г. Солодов // Автомобильный транспорт. Сб. науч. тр. – Х., ХНАДУ. – 2005. – вып.16. – С.228-231.
2. Бекман В. В. Гоночные автомобили [Текст] / Вильгельм Вильгельмович Бекман. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1980. – 320 с.

Авершин Андрій Геннадійович, к.т.н., асистент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Горох Николай Прохорович Начальник відділу науки та інновацій
Управління з науки та інновацій Департаменту з інвестиційної політики,
науки та інновацій

РАСЧЕТЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОРПУСА СМОТРОВОГО КОЛОДЦА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Применение полимерных конструкционных материалов в последнее время получает все более широкое распространение, благодаря постоянному улучшению их прочностных свойств составлением новых композиций с добавлением различных волокон и минеральных компонентов. Особую актуальность в современных условиях приобретает вторичное использование отходов из полимерных пластмасс. К основным достоинствам полимеров можно отнести их высокую химическую стойкость к воздействиям различных агрессивных сред. [1,2].

Однако большинство недорогих полимерных композиций пока еще уступают по прочностным показателям традиционным конструкционным сталям и чугунам. Это налагает определенные ограничения на применение полимеров и предъявляет дополнительные требования к конструкции изделий из них.

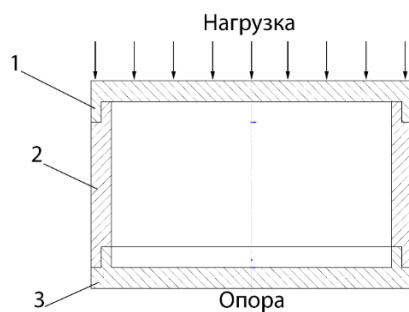
В данной работе представлены результаты численного исследования напряженного состояния нескольких вариантов смотрового колодца, выполненных из композиции вторичных полимерных материалов.

Целью данной работы является получение трехмерных распределений параметров напряженного состояния смотрового колодца при постоянной нагрузке, а также поиск рациональной толщины стенки корпуса, с точки зрения обеспечения минимальных напряжений и деформаций.

Объектом данного исследования является напряженное состояние конструкции, составленной из смотрового колодца из полимерных композиционных материалов и стальных колец через которые передается нагрузка (рис. 1). Было проведено численное моделирование напряженного состояния корпуса смотрового колодца с толщинами стенок 50, 100 и 150 мм, (рис. 2) при нагрузках от 200кН до 1000кН.

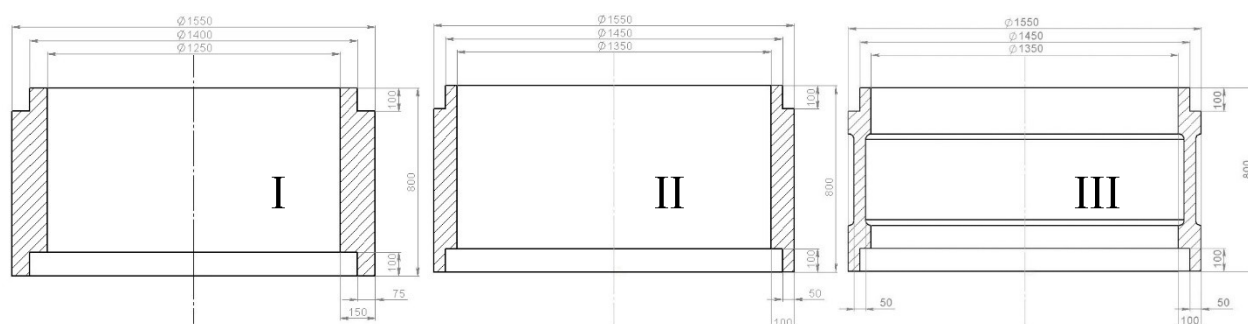
В связи с симметрией всех вариантов при расчетах рассматривалась $\frac{1}{4}$ часть конструкции.

В расчетах использовалась тетраэдральное сеточное разбиение моделей смотрового колодца с характерным размером ячеек от 10 до 20 мм. Количество элементов сеток при этом во всех вариантах составляла порядка 100 тысяч ячеек на $\frac{1}{4}$ часть конструкции (рис. 3).



1 – верхнее нагрузочное кольцо, 2 – корпус смотрового колодца,
3 – нижнее опорное кольцо

Рис. 1 Схема проведения численного исследования



Толщина стенки I – 150мм, II – 100мм, III – 50мм

Рис. 2 Конструкция и основные размеры вариантов смотрового колодца

ц

Во всех расчетах предполагалось, что материал конструкции находится в диапазоне упругих деформаций. Модуль упругости материала (равном $E = 178 \text{ МПа}$) выбирался на основе сопоставления численных данных и результатов натурных испытаний для данного типа полимерных композиционных материалов. Напряжения во внутреннем слое материала в области разрыва материала достигают значения 15 МПа, при этом деформация корпуса составила [3].

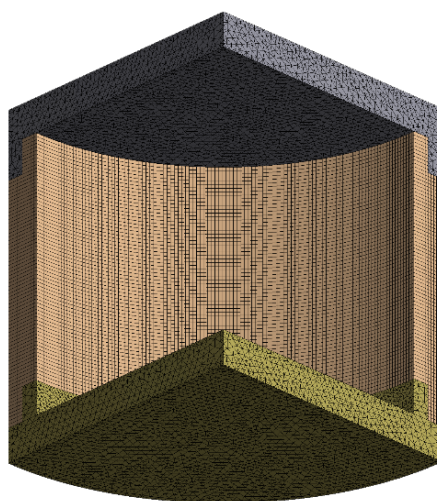
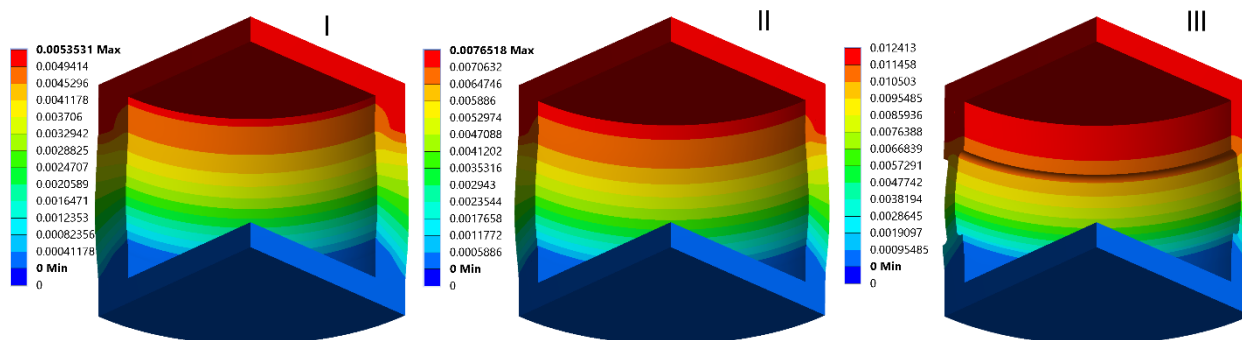


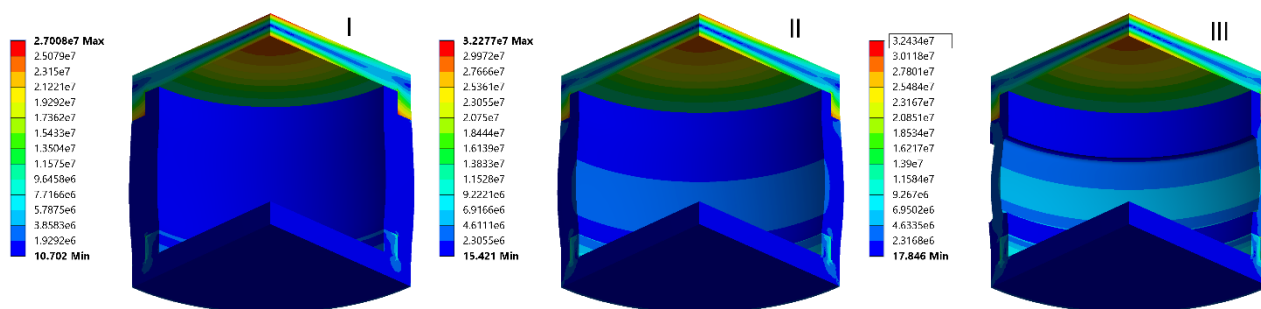
Рис. 3 Сеточные модели вариантов конструкции

На рисунках 4, 5 представлены поля деформаций в миллиметрах и напряжений в МПа, соответственно, для всех вариантов колодцев при нагрузке 1000 кН



Толщина стенки I – 150мм, II– 100мм, III – 50мм

Рис. 4 Сравнение деформаций (мм) вариантов смотрового колодца при нагрузке 1000 кН



Толщина стенки I – 150мм, II– 100мм, III – 50мм

Рис. 5 Сравнение напряжений (МПа) вариантов смотрового колодца при нагрузке 1000 кН

Зависимость основных характеристик напряженного состояния смотрового колодца (максимальные перемещения и максимальные напряжения) для всех вариантов представлены на графиках (рис. 6–7).

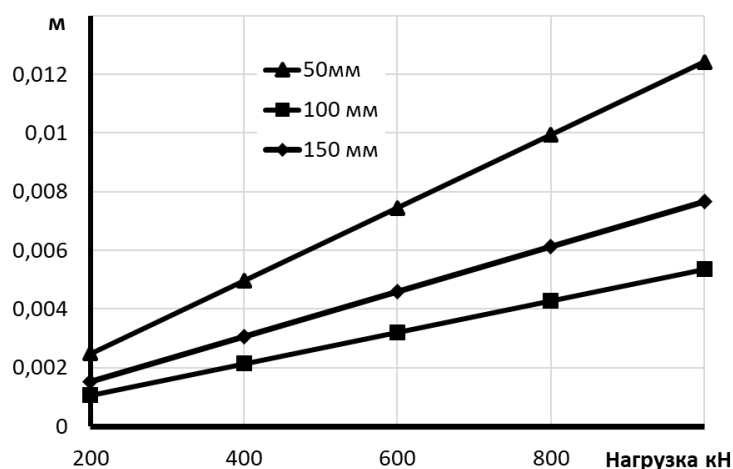


Рис. 6 Зависимость максимальных перемещений от нагрузки

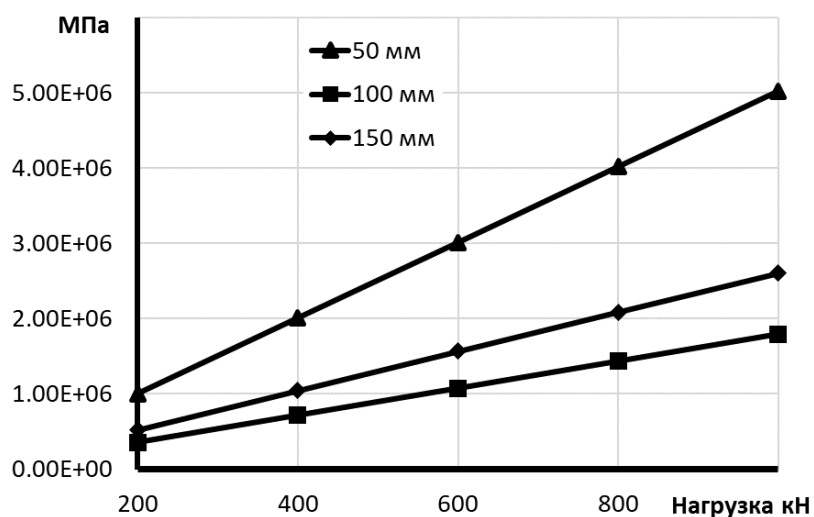


Рис. 7 Зависимость максимальных напряжений в средней части смотрового колодца от нагрузки

Анализ полей параметров и данных на графиках указывает на то, что лучшие показатели по прочности во всем диапазоне нагрузок показывает вариант I. При нагрузках 1000кН он имеет в 3 раза меньшее максимальное смещение, чем базовый вариант. При этом максимальные напряжения, как на поверхности, так и внутри колодца уменьшаются приблизительно в 2 раза.

Выводы

В процессе выполнения данной работы разработаны трехмерные твердотельные и конечноэлементные модели трех вариантов конструкции, составленной из смотрового колодца нагрузочного и опорного кольца.

Проведен анализ физико-механических свойств композиции полимерных материалов, использованной для изготовления смотрового колодца.

На основе сравнения результатов расчета вариантов смотрового колодца вариант I рекомендован к производству, как удовлетворяющий условиям ДСТУ В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99).

Необходимым условием прочности является соответствие технологических условий изготовления смотрового колодца тем условиям, которые выполнялись при изготовлении образцов, использованных при испытаниях, описанных в документе [3].

Литература

1. Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. Материаловедение – М.: Машиностроение, 1990. – 420 с.
2. Технологические процессы машиностроительного производства. / Под редакцией С.И. Богодухова, В.А Бондаренко. – Оренбург, ОГУ, 1996
3. Протокол №81 испытаний крышки люка канализационного колодца. – Харьков: ИЛ «Испытатель» – 2006.

ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ МАТЕРІЇ І МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ

Паралельно з кількісним зростанням науки відбуваються глибокі якісні зміни, відлуння яких виходить далеко за межі власне науки і впливає на наші уявлення про природу. Виникла значна кількість принципів (інтегральних і диференціальних) на яких можливо побудувати механіку. Але аксіоматика в механіці не одержала таку завершену форму, як в геометрії. Це стосується замкнутості системи аксіом і відсутності в них протиріч.

Принципи класичної механіки, електродинаміки, квантової механіки і теорії відносності належать до категорії загальних законів природи. Вони займають другу сходинку в ієрархії законів після часткових і на них будується сучасна наука. Згадані часткові закони відтепер виступають в якості теорем.

Слід зауважити, що контрольований експеримент як основа для фундаментальної науки певною мірою втрачає свої позиції. Головну роль почали відігравати розумовий експеримент і спостереження. Важко сперечатися з тим, що розумовий експеримент, який будується на досвіді у формі апріорних уявлень і логіці, передує фізичному у тому сенсі, що є основою для формулювання законів природи. Фізичний експеримент лише заповнює прогалину, пов'язану з недосконалістю логічних побудов, яка поглиблюється їх абстрактним і, певною мірою, індивідуальним характером. У зв'язку з цим, головну увагу слід приділяти універсальним законам природознавства, які займають найвищу сходинку в ієрархії законів, наприклад, закону збереження матерії, який може виступати в якості генератора загальних законів природи.

Закон збереження матерії допускає у кожному конкретному випадку формалізацію у вигляді закону збереження певної субстанції (фізичної величини). Універсальність закону не обмежує нас у виборі субстанції і середовища, вони можуть бути навіть абстрактними. Рівняння, яке відповідає закону збереження має вигляд:

$$\frac{d}{dt} \left(\int_V f dV \right) = \int_S \mathbf{F} d\mathbf{S} + \int_V j dV,$$

де f - густина субстанції в об'ємі частки середовища V , $\mathbf{F}$ - потік субстанції через поверхню частки S , а j - інтенсивність джерела. Звісно, у кожному конкретному випадку зміст цих величин потребує додаткового уточнення.

Особливу роль в механіці відіграють скорочення цього рівняння, а субстанції і поля, які з ними пов'язані, набувають виняткового значення.

Можливі чотири види скорочень. Наприклад, ліва частина рівняння за відсутністю потоків і джерел дорівнює нулю, тобто

$$\frac{d}{dt} \left(\int_V f dV \right) = 0.$$

Якщо в якості густини субстанції взяти густину середовища, то рівняння буде не чим іншим, як законом збереження маси.

Кожному заряду відповідає певний тип взаємодії. Так, масі (гравітаційному заряду) відповідають гравітаційні сили, а електричному заряду – електромагнітні. Тобто заряди можуть виступати в якості джерела відповідного поля. Як ознаки матеріальності вони не можуть безпосередньо впливати на стан частки середовища і, таким чином, ліва частина рівняння повинна дорівнювати нулю. Залишається

$$\int_S \mathbf{F} d\mathbf{S} + \int_V j dV = 0.$$

Однорідність простору, в якому відбувається рух середовища, виключає наявність джерел. У цьому випадку маємо

$$\frac{d}{dt} \left(\int_V f dV \right) = \int_S \mathbf{F} d\mathbf{S}.$$

Неоднорідність простору навпаки дозволяє появу джерел, а відсутність у ньому потоків приводить до останнього виду скорочення

$$\frac{d}{dt} \left(\int_V f dV \right) = \int_V j dV.$$

Інноваційний підхід оснований на універсальних законах природознавства має не тільки методичне значення надаючи інший порівняно з традиційним зміст законам і явищам, а й практичне, дозволяючи зняти певні протиріччя і вдосконалити існуючі моделі.

Література

1. Беловол А.В. Законы механики и универсальные законы природы // Вестник ХНАДУ / Сб. науч. тр. - 2013. – Вып. 60. – с. 148-153.

Біловол Олександр Васильович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Луценко Руслан Юрійович, студент 3 курсу, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Тагієва Аліна Рустамівна, студентка 3 курсу, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОХИЛУ ВИХІДНОЇ ДІЛЯНКИ СПРЯГАЮЧОЇ СПОРУДИ НА ДОВЖИНУ ДОСКОНАЛОГО ГІДРАВЛІЧНОГО СТИБКА

Збільшення похилу дна русла (складова власної ваги рідини в межах гідравлічного стрибка) може суттєво впливати на довжину стрибка, інколи збільшуючи її в кілька разів. Підвищення довжини стрибка в руслі із значним похилом i порівняно з горизонтальним інколи враховують з використанням емпіричних формул, наприклад, при незмінній меншій спряженій глибині

$$l_{ci} = l_c (1 + ki),$$

де $k = 3$ по рекомендаціям Т.Н. Косякової і $k = 3,75$ - по Г.К. Ілчеву.

Скористаємося наведеною в роботі [1] моделлю гідравлічного стрибка для визначення залежності довжини досконалого стрибка від похилу русла. Для спрощення розрахунків обмежимося випадком гідравлічно найвигіднішого русла прямокутного перерізу. В цьому разі ширина русла $b = 2h_0$, гідравлічний

радіус $R = \frac{h_0}{2}$.

З рівняння рівномірного руху і формули Манінга одержуємо, що витрата

$$Q = \frac{\sqrt[3]{2}}{n} h_0^2 \sqrt[3]{h_0^2} \sqrt{i},$$

де n - коефіцієнт шорсткості русла.

Відповідно з рівняння критичного стану

$$Q = 2 \sqrt{\frac{g}{\alpha}} h_0 h_k \sqrt{h_k}.$$

Якщо прирівняємо праві частини формул для витрати, то одержимо

співвідношення критичної і нормальної глибини

$$\left(\frac{h_K}{h_0}\right)^3 = \frac{4\sqrt[3]{4}}{n^2} \sqrt[3]{h_0 i}.$$

Для досить високих стрибків з рівняння гідравлічного стрибка витікає наближена формула:

$$\frac{h'}{h_0} \approx 2 \left(\frac{h_K}{h_0}\right)^3.$$

Користуючись останніми двома формулами одержимо

$$b = \frac{\sqrt[3]{12}}{8} \frac{x}{\sqrt[3]{i}} n^{\frac{8}{3}} h_0^{-\frac{4}{9}}.$$

Вочевидь, з якісної точки зору довжина стрибка з урахуванням післястрибкової ділянки

$$l_c \sim \frac{h_0}{b} = x n^{-\frac{8}{3}} h_0^{\frac{13}{9}} \sqrt[3]{i}.$$

Таким чином, при фіксованій нормальній глибині довжина гідравлічного стрибка збільшується при зростанні похилу дна русла за формулою

$$l_c \sim \sqrt[3]{i}.$$

Користуючись зв'язком між нормальною глибиною і витратою легко одержати аналогічну формулу для довжини стрибка при фіксованій витраті: $l_c \sim \sqrt[3]{i}$. Можна зробити висновок, що при незмінній витраті похил русла мало впливає на довжину досконалого гідравлічного стрибка.

Література

1. Біловол О.В. Рівняння різкозмінного руху для гідравлічного стрибка// Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. - 2013. – Вып. 32. – с. 111-114.

ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ І ITS

Постановка проблеми. Все більших обертів набирає застосування і впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS) в усьому світі [1]. Останнім часом телематичні технології впроваджуються і у транспортну систему України [2]. Виникає необхідність у поєднанні всіх елементів транспортної системи у єдину хмарну систему. Важливим кроком в цьому напрямку є поєднання параметрів транспортного вузла з засобами транспорту в умовах їх експлуатації і ITS.

Мета дослідження – визначення можливості поєднання параметрів транспортного вузла з засобами транспорту в умовах їх експлуатації і ITS.

Розробка моделі поєднання параметрів транспортного вузла з засобами транспорту. Створено динамічну, а на її основі імітаційну модель визначення параметрів робочих процесів в транспортному вузлі в умовах експлуатації засобів транспорту і ITS, схема якої наведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Схема динамічної моделі визначення параметрів робочих

процесів в транспортному вузлі в умовах експлуатації засобів транспорту і ITS

Для імітаційного моделювання використовувався програмний продукт AnyLogic 8.2.3.

Параметри імітаційної моделі наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні і чисельні параметри імітаційної моделі

Параметр	Значення
Основні параметри	
Одиниці модельного часу	секунди
Чисельні методи	
Метод вирішення диференціальних рівнянь	Ейлер
Метод вирішення алгебраїчних рівнянь	Змінений Ньютон
Метод вирішення мішаних рівнянь	RK45+Newton
Абсолютна точність	
Часова точність	
Відносна точність	10^{-5}
Фіксований крок за часом	0,001

Вказана модель може бути використана для отримання оптимальних параметрів робочих процесів транспортного вузла в умовах експлуатації засобів транспорту і ITS.

В результаті моделювання було отримано оптимальні параметри робочих процесів транспортного вузла м. Харків. За результатами моделювання було зменшено кількість транспортних засобів, що знаходяться в заторах, приблизно на 20%.

Висновки.

В результаті дослідження отримано модель визначення параметрів робочих процесів в транспортному вузлі в умовах експлуатації засобів транспорту і ITS, яка може бути використана при проектуванні телематичних систем на транспорті.

Література

1. Modern Transport Telematics / Ed. Jerzy Mikulski //11th International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2011. Katowice-Ustron, Poland, October 19-22, 2011. – 418 p.

2. Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) [Текст]: пособие / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковицкий, К. В. Гончаров. – Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. – 207 с.

ДВА ПОДХОДА К УЧЁТУ ДИССИПАТИВНЫХ СВОЙСТВ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Имеется два подхода, позволяющих на базе решений, полученных в рамках теории упругости, для деформируемых элементов конструкции учитывать диссипативные свойства в материале. В частности имеется возможность моделировать внутреннее вязкое трение (модель Кельвина–Фойхта) и гистерезисное трение (модель Бока–Шлиппе–Колара).

Первый подход базируется на использовании дифференциальных операторов, позволяющих учитывать вязкоупругое поведение элементов конструкций [1]. После учета внутреннего трения Кельвина–Фойхта, имеющего коэффициент трения η , в операторе сил упругости появляется слагаемое, пропорциональное скорости перемещения. В модели гистерезисного трения Бока–Шлиппе–Колара в операторе гистерезисного трения вместо производной по времени используется производная по фазовому углу для каждой формы собственных колебаний. В итоге задача сводится к модификации аналитических соотношений для соответствующих ядер интегралов и круговых частот, которые могут быть найдены из решения характеристических уравнений, записанных для различных моделей трения.

Второй подход использует сглаживающие линейные интегральные операторы и может быть применен для любых решений, полученных в рамках теории упругости, которые представлены в виде интегралов Дюамеля типа свёртки с ядрами Коши. Сглаживающие интегральные операторы позволяют рассчитывать эти ядра для измененных коэффициентов трения, а также восстанавливать «упругую» составляющую решения, возмущенную внутренним трением. Исследованы алгебраические свойства этих операторов. Так как при расчетах интегралов выполняется дискретизация, то можно воспользоваться предложенной в работе модификацией ядер согласно процедуре, построенной на основе теоремы Эфроса, используемой в операционном исчислении при выполнении обратного преобразования Лапласа для сложных функций [2]. Укажем, что модификация исходных дискретных ядер осуществляется за счет их умножения на специальным образом полученные матрицы.

Приведены примеры расчетов для поперечных колебаний пластины в вязкоупругой постановке, а именно прогибов и деформаций упругой и вязкоупругой пластины, а также получены ядра интегралов свёртки для упругого решения и с учетом диссипации (учетом внутреннего вязкого и гистерезисного трения в материале пластины).

Литература

1. Василенко Н.В. Теория колебаний.– К.: "Вища школа", 1992.– 430с.
2. Интегральные преобразования и операционное исчисление /В.А. Диткин, А.П. Прудников / Государственное издательство физико-математической литературы. М. – 1961, 524 с.

Гащук Петро Миколайович, д.т.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Нікіпчук Сергій В'ячеславович, старший викладач, Національний університет «Львівська політехніка», nikipch@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ HARD-SOFT-ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ В ДВИГУНІ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Аби якнайглибше проникнути в явище перетворення форм енергії у двигуні внутрішнього згоряння — речовинної (хімічної) на теплову, а далі — теплової на механічну, необхідна багата на когнітивні можливості й належно адекватна модель «постійно змінних» у часі внутрішньомоторних процесів. Створити таку модель суто аналітичними й алгоритмічними засобами, як з'ясувалось, навряд чи можливо, а тому завжди паралельно до теоретичних досліджень доводиться застосовувати ще й експериментальні, що вимагають використання спеціального стендового обладнання. В такому разі доцільно взагалі доєднати до аналітично-алгоритмічної моделі хоч якої структури ще й натуральний робочий простір якогось реального модельного двигуна. Такий підхід можна назвати hard-soft-технологією пізнання.

Технологічне поєднання натурності та віртуальності в моделюванні процесів, що перебігають у двигунах внутрішнього згоряння, відображає узагальнена принципова схема, наведена на рис. 1. Модельний робочий простір занурено у власне двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), якщо під ним розуміти сукупність усіх систем, що забезпечують нормальну активність робочого простору. Двигун разом з модельним робочим простором занурений у довкілля Д (у свій життєвий простір ЖП), до якого належить, зокрема, й навантажувальний пристрій НП (з електричними, приміром, гальмом і двигуном) та вся сенсорна система. Перелічене разом — це так зване натурне середовище НС, яке зобов'язане «спілкуватись» з програмним середовищем ПС: все, що не може або не вміє сказати натурне середовище, зобов'язане через персональний комп'ютер ПК доповісти програмне середовище, і навпаки.

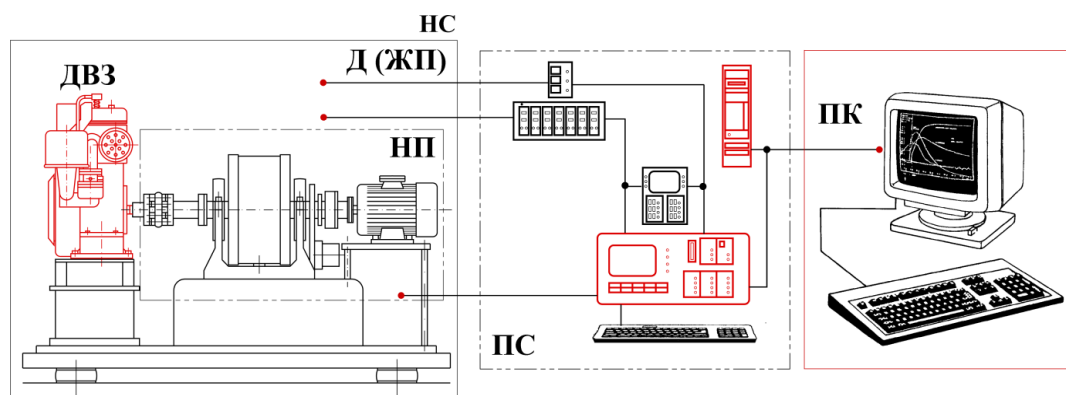


Рисунок 1 — Схема натурно-програмного модельного середовища

Процес тепловиділення ідентифікують розрахунками на основі знятої індикаторної діаграми, геометричних параметрів двигуна і термодинамічних характеристик робочого тіла. В підсумку одержують характеристику тепловиділення, яка сама по собі мало придатна для змістовної інтерпретації процесу згоряння. Тому для оцінювання й порівняння різних характеристик тепловиділення між собою застосовуються аналітичні формули.

Однією з найвдаліших і найчастіше використовуваних для опису процесу тепловиділення є напівемпірична функція І. Вібе, яка була виснована з огляду на опис кінетики хімічних реакцій. В двигунах швидкого згоряння (бензинових, приміром) процес тепловиділення можна вважати однофазним, тобто описуваним однією функцією І. Вібе. Натомість, процес згоряння в дизелях (приміром, у швидкісних з неподільною коморою згоряння) є радше двофазним, а отже з однаковою точністю в кожній фазі його можна описати хіба що двома функціями І. Вібе, перша з яких покликана відобразити аналітично фазу швидкого вибухового горіння, а друга — фазу повільнішого дифузійного згоряння. Та все ж hard-soft-технологія моделювання робочого процесу в двигуні внутрішнього згоряння дозволяє ідентифікувати процес теплотворення, більше покладаючись на безпосередньо виміряну інформацію. В такому разі апроксимаційні засоби (зокрема опис І. Вібе) доцільніше долучати до цієї інформації вже задля теоретичних узагальнень.

Неточність $\Delta\phi$ визначення положення мертвих точок суттєво позначається, приміром, на ідентифікації процесу зміни інтенсивності тепловиділення унаслідок згоряння пального, рис. 2 (ϕ — кут повороту колінчастого вала; $Q_{пл}$ — питоме тепловиділення). Уникнути цієї похибки можна було б, поєднуючи, знову ж таки, експериментальні засоби дослідження з аналітико-алгоритмічними. Отже успіх будь-якого дослідження — чи теоретичного, чи експериментального — можливий тільки за умови системного поєднання натурності та аналітичності.

Виходячи з загального опису явища теплопередачі і базуючись на рівнянні теплопередачі Ньютона та теорії подібності $Q_{ст} = \alpha A(T_g - T_{ст})$, $Nu = C Re^m$, де

$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda} \text{ і } Re = \frac{w d \rho}{\mu},$$

формують загальне рівняння для визначення коефіцієнта тепловіддачі

$$\alpha = C d^{m-1} \lambda \left(\frac{w \rho}{\mu} \right)^m \Delta.$$

Тут α — коефіцієнт тепловіддачі; $Q_{ст}$ — тепло, віддане у стінки циліндра; A — площа поверхні тепловіддачі; T_g — температура газів в циліндрі; $T_{ст}$ — температура стінок; Nu і Re критерії (числа) Нусельта і Рейнольдса; C і m — сталі (приймають, приміром, $m = 0,78$); d і w — характерні розмірний і

швидкісний параметри; λ — коефіцієнт теплопровідності; ρ — густина; μ — коефіцієнт в'язкості; Δ — коректувальний множник Г. Гогенберга.

$dQ_{пл}/d\varphi$, кДж/(кг·град)

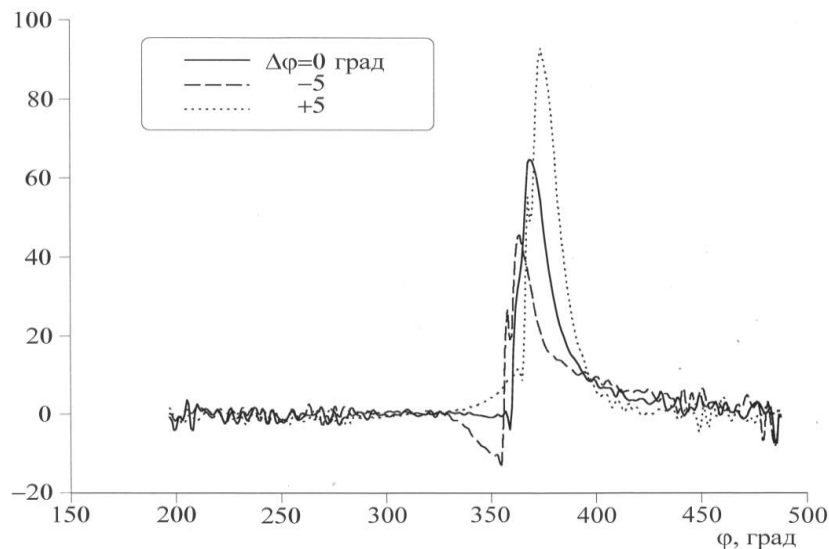


Рисунок 2 — Спотворення інформації про зміну інтенсивності теплотворення у разі неточного визначення верхньої мертвої точки в hard-soft-середовищі

Загалом описана технологія дозволяє визначати в кожному миті часу низку саме тих параметрів, що конче необхідні у разі моделювання внутрішньомоторних процесів в рамках загально визнаних теоретичних уявлень. При цьому забезпечується рівень адекватності інформації, значно вищий від того, якого можна сподіватись у разі класичного підходу до моделювання.

Звісно, формально середній робочий цикл — це штучне утворення. Скажімо, «середня» індикаторна діаграма фізично не пов'язана з відповідною «середньою» діаграмою зміни інтенсивності теплотворення. І при цьому не має значення, скільки послідовних робочих циклів мають надійно репрезентувати той чи інший режим роботи двигуна — 100, 200 чи 1000, зважаючи на те, що кожен наступний робочий цикл загалом не подібний на попередній, що енергія запалення від циклу до циклу може змінюватися, що існує дрейф миті запалення, що порції пального, які надходять в циліндр різнитимуться абощо. Зате за такими параметрами, як середнє на ансамблі робочих циклів значення p_{isr} так званого середнього індикаторного тиску p_i чи p_{esr} так званого середнього ефективного тиску p_e (інколи й подачі пального, максимального значення тиску...), можна закріпити статус об'єктивної величини. В такому разі в заданому ансамблі робочих циклів знайдеться якийсь такий, значення p_i (чи $p_e, \dots$) в якому найменше відрізняються від зафіксованого в ансамблі середнього значення p_{isr} (чи $p_{esr}, \dots$). В такому разі саме цей цикл і вся інформація, відповідна йому, є в сенсі середнього природно (фізично) репрезентативними. Аби не провокувати «втому» давачів, кількість послідовних робочих циклів в ансамблі не повинна б перевищувати 100.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЛОЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

Приведены способы решения прямых и обратных задач нестационарного деформирования механических систем в виде двух вложенных без зазора и натяга цилиндрических оболочек изготовленных из различных материалов. Исследования процесса деформирования такой механической системы выполнены с целью дальнейшего развития методики решения обратных задач для цилиндрических оболочек, изготовленных из различных материалов.

Оболочки из упругого изотропного материала закреплены по торцам шарнирно с проскальзыванием шарниров вдоль осей оболочек. К одной из оболочек прикладывается возмущающая нагрузка, равномерно распределенная по её участку, вследствие чего система (рисунок 1) совершает осесимметричные колебания.

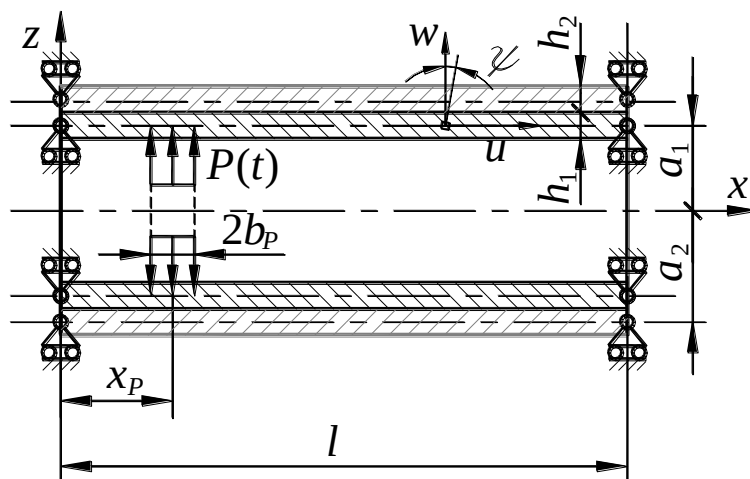


Рисунок 1 – Схема системы вложенных оболочек

Для моделирования процесса деформирования используются уравнения, учитывающие влияние инерции вращения и поперечного сдвига. С помощью численно-аналитического метода, система определяющих шести уравнений движений сводится к четырём уравнениям, позволяющим рассмотреть условия скрепления оболочек, отвечающих их жёсткому контакту. На завершающем этапе решения обратной задачи по определению временной составляющей неизвестной нагрузки, производится численное решение интегрального уравнения Вольтерра I рода, для чего применяется регуляризирующий алгоритм.

Приведены результаты расчетов и выполнена оценка достоверности полученных результатов, которая производилась путём сопоставления с решениями, полученными для данной системы с помощью метода конечных элементов.

Гончар М.О., к.т.н., професор, Національний транспортний університет
Мусійко В.Д., д.т.н., професор, Національний транспортний університет
Ніколаєнко В.А., інженер, Національний транспортний університет,
nikvolia@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ТРАНСМІСІЇ МОБІЛЬНОЇ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ OPENMODELICA

Державна цільова програма розвитку озброєння та військової техніки до 2020 року, що затверджена Указом Президента України від 22 березня 2017 року, за напрямом розвитку засобів інженерного озброєння ставить задачі з модернізації існуючих та створення нових землерийних машин, що мають працювати в екстремальних умовах. Основні вимоги щодо створення землерийних машин: забезпечення швидкостей транспортного переміщення своїм ходом не менше 60 км/год, максимальна продуктивність виконання фортифікаційних робіт по спорудженню траншей повного профілю - до 300 пог.м/год. Згідно цієї програми створюється землерийна машина на базі вітчизняного серійного автомобіля-шасі підвищеної прохідності КрАЗ-5233НЕ. Вказаний автомобіль використовується для монтажу установок промислового призначення, а також спеціальних надбудов з технологічним обладнанням. Поєднання автомобіля-шасі та ґрунторозробного робочого органу має проводитися за критеріями ваги, потужності, транспортних та робочих швидкостей. Це, на нашу думку, недостатньо і потребує більш детального аналізу. Тут трансмісія автомобіля і його двигун стикаються з іншим типом зовнішніх навантажень, що не передбачені розрахунками відповідних вузлів заводом-виробником автомобілів.

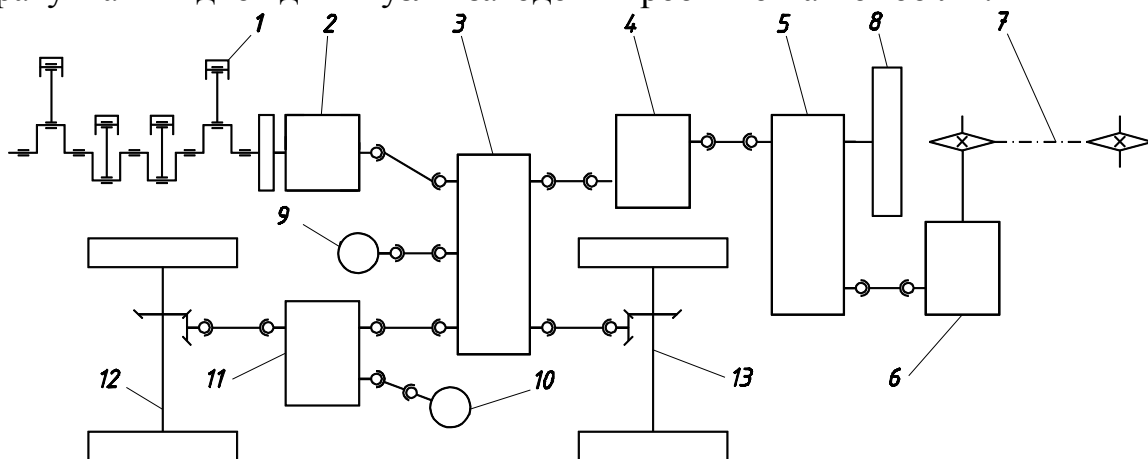


Рисунок 1 – Принципова схема землерийної машини ПЗМ 3.01

До складу землерийної машини, рис.1., входять: двигун 1, коробка передач 2, міжосьовий диференціал 3, карданні передачі, проміжний редуктор - опора 11 та ведучі мости 12 і 13. Міжосьовий диференціал 3, окрім функцій по розділенню потужності, відключає силовий потік від ведучих мостів і направляє його левову частину на привод ґрунторозробного робочого органу та привід гідронасоса 9 ходозменшувача. Від гідроходозменшувача (насос 9-

гідромотор 10) через проміжний редуктор – опору 11, в режимі копання ґрунту забезпечується привод ведучих мостів шасі. Ґрунторозробне робоче обладнання, що приводиться в роботу безпосередньо від двигуна 1 через роздаточну коробку 3, складається з ланцюгового робочого органу 7, металника 8, двох редукторів 4, 6, та роздаточної коробки 5.

Типовими задачами динаміки механічних трансмісій автомобілів є визначення параметрів коливань, що виникають в результаті взаємодії приводних коліс з поверхнею дороги та в результаті взаємодії трансмісії з гармонічними складовими крутного моменту двигуна [1]. Розрахунковими коливальними процесами в трансмісії автомобіля є: перехідні, що виникають під час зрушення з місця, пробуксовування ведучих коліс та переключення передач; низькочастотні до 20 Гц від дії нерівностей мікропрофіля; високочастотні коливання в діапазоні 20-250 Гц від двигуна. В землерийній машині, що обладнана ланцюговим робочим органом, мають місце коливання зовнішніх навантажень з діапазоном частот: зачеплення ланок тягового ланцюга з зубцями зірочки 10-16 Гц; входу різців в забій 6-10 Гц; входу лопаток металника в ґрунт 25 Гц. Особливо небезпечними слід вважати низькочастотні коливальні процеси з великою амплітудою, що виникають внаслідок взаємодії ґрунторозробного робочого органу з ґрунтом.

Розв’язок задач та побудова математичної моделі дискретної динамічної системи землерийної машини проводився засобами мови програмування Modelica [3]. Openmodelica - вільно розповсюджений програмний комплекс, що базується на використанні об’єктно-орієнтованої мови програмування, симуляції, оптимізації та аналізу складних динамічних систем.

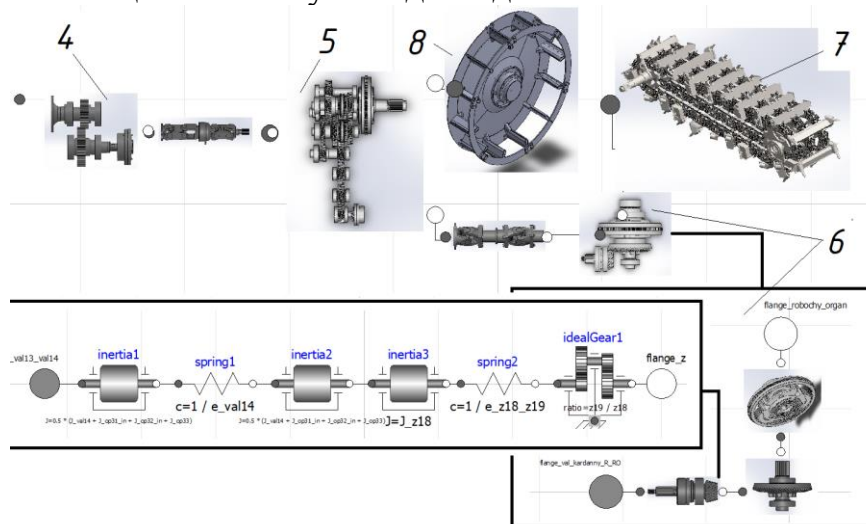


Рисунок 2 – Компонентна динамічна модель землерийного робочого обладнання

Основними елементами, що задіяні при побудові дискретної динамічної моделі (рис.2), є компоненти стандартної бібліотеки класів Modelica.Mechanics.Rotational.Components: інерційного елемента “inertia”, пружного елемента “spring”, зубчастої передачі “idealGear”. Перевагами компонентного моделювання є зручність запису диференціальних рівнянь руху

елементів системи, близькість структури до реальної механічної системи, простота складання математичної моделі.

Результатами досліджень є параметри вимушених резонансних та нерезонансних коливань, коефіцієнт динамічності, амплітуди змінних напружень елементів трансмісії машини. Величини та діапазони зміни в часі вказаних параметрів необхідно врахувати в процесі проектування машини, маючи за мету створення високоефективної, і саме головне, надійної конструкції землерийної машини.

Одним з результатів також є визначення величин крутного моменту на валах трансмісії приводу, що корелюється з осцилограмою заміру крутного моменту (рис.3).

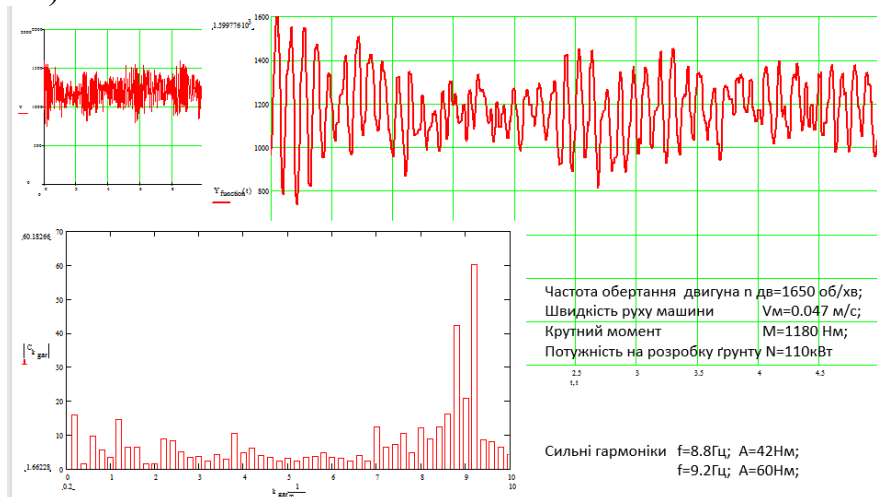


Рисунок 3 – Типова осцилограма зміни крутного моменту в трансмісії приводу ґрунторозробного робочого органу та його АЧХ.

Висновки:

1. В результаті дослідження створено динамічну та математичну моделі крутильних коливань механічної системи двигун-трансмісія автомобіля-ґрунторозробне робоче обладнання.
2. Проведено якісний аналіз власних та вимушених крутильних коливань, а саме: визначені резонансні частоти коливань, амплітуди коливань мас при резонансі, параметри нерезонансних вимушених крутильних коливань в режимі усталеного руху.
3. За результатами досліджень вимушених крутильних коливань визначено коефіцієнт динамічності, з рекомендаціями щодо його врахування під час проектування машини.

Література

1. Гришкевич А. И. Проектирование трансмиссий автомобилей. Справочник/ А. И. Гришкевич. – Москва: Машиностроение, 1984. – 272 с.
2. Волков Д. П. Надежность роторных траншейных экскаваторов / Д. П. Волков, С. Н. Николаев, И. А. Марченко. – Москва: Машиностроение, 1972. – 208 с.
3. <https://www.modelica.org/>

Горбай Орест Зенонович, д.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

Зінько Роман Володимирович, к.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

Шевців Михайло Богданович, бакалавр, Національний університет «Львівська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ НА КРІПІЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТАХ АВТОЦИСТЕРНИ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ РУХУ АВТОПОЇЗДА

Сертифікація транспортних засобів є важливим чинником підтримання відповідного рівня безпеки і якості використання. 16 жовтня 1995 року Україна приєдналася до Женевської Угоди від 20 березня 1958 року «Про приєднання України до Угоди про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів».

Національні стандарти, що діють в окремих країнах, можуть містити тільки посилені вимоги до гальмівних властивостей транспортних засобів, в порівнянні з Правилами ЄЕК ООН № 13-09:2000, IDT. Новий проект вітчизняного стандарту ДСТУ UN/ECE R13-09:2002 сформульовано на основі відповідних європейських Правил ЄЕК ООН і за формою й змістом він відповідає Правилам ЄЕК ООН № 13-09:2000, IDT [1-3].

При конструюванні і розрахунку цистерн-напівпричепів безрамного несівного типу враховується ряд міжнародних стандартів. З одного боку це дає можливість впорядкувати конструкцію до відповідних міжнародних вимог, з іншого боку – оптимізувати конструкцію з умов міцності та мінімізації металомісткості на різних режимах руху, зокрема при гальмуванні.

Навантаження на елементи цистерни-напівпричепа повною масою $G = 25600$ кг розраховувалися при гальмуванні з початковою швидкістю $v = 60$ км/год і коефіцієнті зчеплення $\phi_{\text{сц}} = 0,7$ і відображені на рисунку 1.

Додаткові напруження враховувалися відповідними коефіцієнтами при заданні вихідних параметрів розрахунку.

Проведені розрахунки використовувалися при створенні промислового зразка автоцистерни (рисунок 2).

Дослідження показують, що забезпечення ефективної експлуатації цистерн-напівпричепів пов'язане з оптимізацією конструкції, спрямованої на вибір раціональної кількості перегородок, зниження напруги в перегородках, оболонці резервуару і кріпильних елементах, а також зменшенні металомісткості.

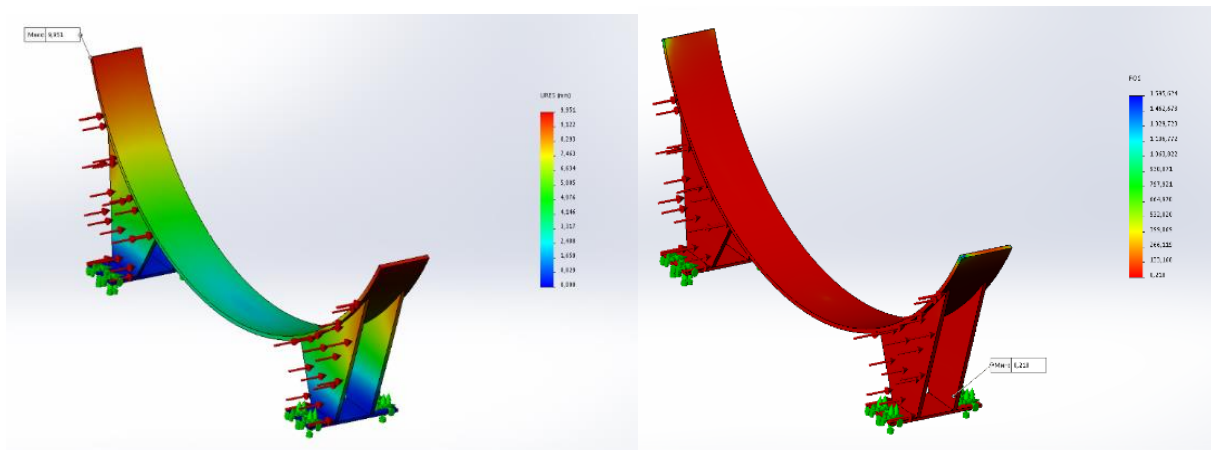


Рисунок 1 – Визначення критичних значень зусиль на кріпильні елементи автоцистерни при різних режимах руху автопоїзда



Рисунок 2 – Промисловий зразок автоцистерни серійного виробництва

Література

1. ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорії М, N і О стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН № 13-09:2000, IDT). – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 180 с.
2. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
3. ГОСТ 22895-77. Тормозные системы и тормозные свойства автотранспортных средств. Нормативы эффективности. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 22 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕСТАЦИОНАРНОЙ НАГРУЗКИ (ТОЧКИ ПРИЛОЖЕНИЯ И ЗАКОНА ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВРЕМЕНИ), ВОЗДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ШАРНИРНО-ОПЕРТУЮ БАЛКУ

При испытаниях, а также обслуживании ответственных деталей машин и других механических объектов нередко возникает необходимость идентификации не только закона изменения во времени возмущающего воздействия, но и точки его приложения.

Предлагаемый подход был апробирован на одномерном механическом объекте в виде балки. Процесс динамического деформирования шарнирно-опертой балки рассмотрен с использованием дифференциальных уравнений уточненной теории на основе гипотез С. П. Тимошенко.

Суть решения заключается в выборе предполагаемых точек размещения нагрузки x_i (рис.1), определении величины нагрузки в этих точках, а затем деформаций, вызванных приложением найденной силы.

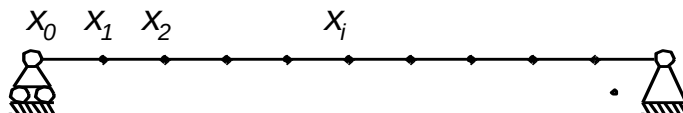


Рисунок 1 – Схема разбиения балки на участки

Наименьшее из найденных по формуле $\xi_i = \int_0^T (\varepsilon(t) - \varepsilon(x_i, t))^2 d\tau$ значений

невязки ξ_i между найденными и экспериментально полученными значениями деформаций с некоторой точностью соответствует точке приложения нагрузки. При этом идентификация зависимости возмущающей нагрузки от времени является известной задачей.

Некорректность поставленной задачи, вызванная решением интегральных уравнений Вольтерра I рода в ходе построения решения, преодолевается с использованием сглаживающего функционала А. Н. Тихонова.

Тестовая задача решена с использованием деформаций, полученных при решении соответствующей прямой задачи. В случае использования экспериментальных данных, которые, зачастую, содержат некоторую величину зашумления, для получения решения возникает необходимость измерения деформаций в нескольких точках объекта. При решении аналогичных задач в двумерной постановке может потребоваться еще большее количество исходных данных. Для экономии вычислительного времени при этом можно воспользоваться специальным методом по выбору пробных точек [1].

Литература

1. Соболев И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями: учеб. пособие для вузов / Соболев И.М., Статников Р.Б. // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2006. – 175 с.

Жданович Чеслав Иосифович, к.т.н., доцент, Белорусский национальный технический университет, chzhdanovich@mail.ru

Дзёма Андрей Анатольевич, м.т.н., старший преподаватель, Белорусский национальный технический университет

Булатовский Владимир Сергеевич, м.т.н., начальник конструкторско-технологического отдела, ОАО «Приборостроительный завод Оптрон»

ПОВОРАЧИВАЕМОСТЬ КОЛЕСНОГО ШАССИ С ПОДРУЛИВАЮЩИМ ЗАДНИМ МОСТОМ

При разработке транспортных средств необходимо соблюдать технические требования, одним из которых является маневренность. Так, согласно действующим Правилам ЕЭК ООН, транспортное средство при движении на поворотах должно полностью вписываться по наиболее выступающей точке в круг радиусом 12,5 м и полосу движения шириной 7,2 м. Для обеспечения данного требования у длиннобазных машин используют задние подруливающие колеса. При этом часто передача усилия от рулевого колеса осуществляется не посредством механики – рычажной системой, а через команды электронного блока управления (ЭБУ) и втягивающее реле (актуаторы), которые двигают задние рулевые тяги, похожие на те, что используются в основной системе рулевого управления. При повороте передних управляемых колёс задние колеса подруливают, но с меньшим углом. Угол поворота задних колёс обеспечивается ЭБУ на основе алгоритма прохождения поворота и показаний датчиков углового ускорения, скорости, положения кузова и др. В первых системах подруливания задних колёс угол их поворота составлял около 20 градусов, в современных - достигает максимум 5-15 градусов.

Цель работы – математическое моделирование и анализ параметров поворота шасси с подруливающим задним мостом.

При разработке математической модели поворота были приняты следующие допущения:

1. Все силы, действующие в контакте колес с дорогой, приведены к серединам колес.
2. Поворот осуществляется с постоянной линейной и угловой скоростью.
3. Поворот осуществляется при зафиксированном рулевом управлении (при зафиксированных углах поворота управляемых колес).
4. Углы увода колес изменяются в линейной зависимости от боковой силы. Коэффициенты боковой эластичности шин постоянны и одинаковы для всех колес.

Анализ параметров поворота исследовался для шасси со следующими исходными данными: колёсная база - 9078 мм, колея передних и задних колёс – 2101 мм, габаритная ширина шасси - 2550 мм, габаритная длина шасси – 12090 мм, полная масса шасси – 18000 кг.

По результатам исследования были получены зависимости радиуса

поворота R (рисунок 1), силы тяги ведущего моста $F_{к2}$ (рисунок 2), боковые силы, действующие на передний $F_{б1}$ (рисунок 3) и задний $F_{б2}$ (рисунок 4) мосты, от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс.

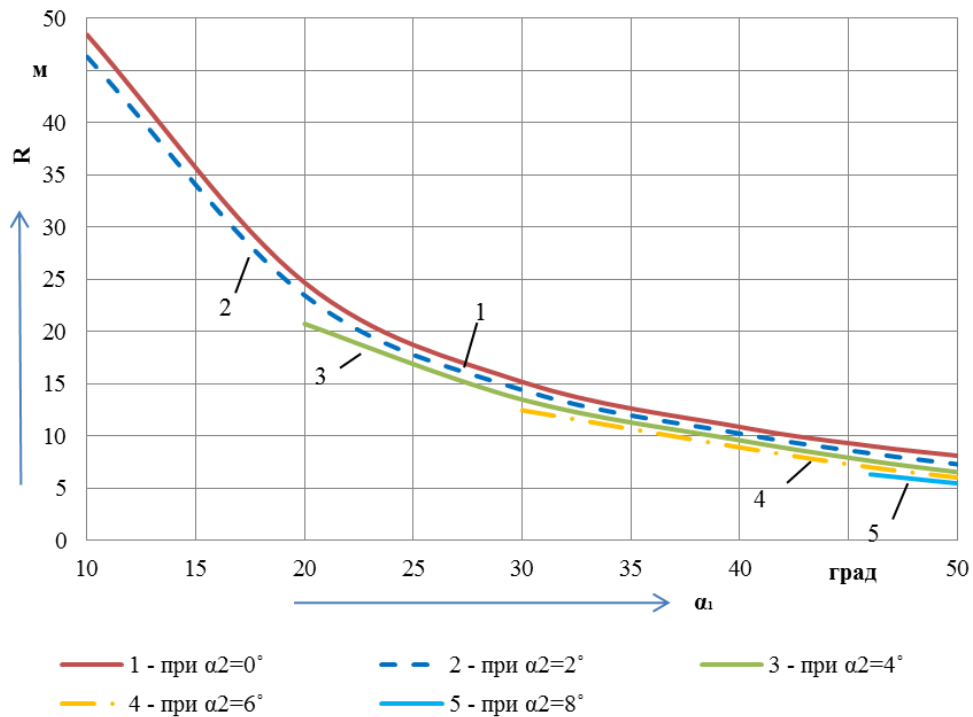


Рисунок 1 – Зависимость действительного радиуса поворота от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

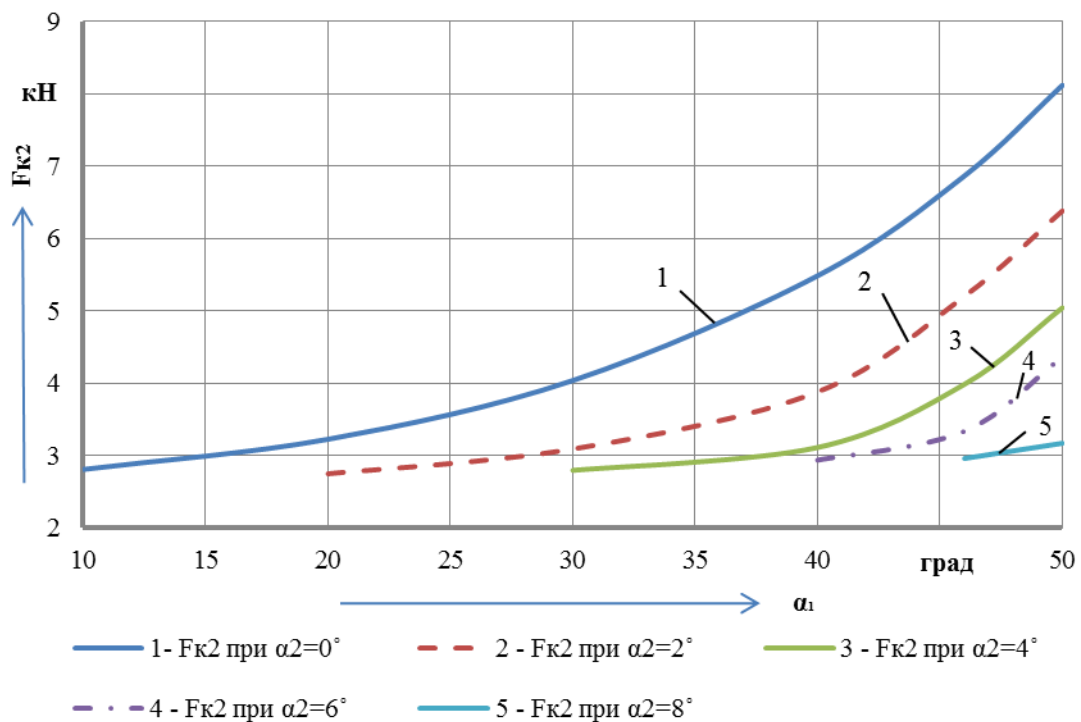


Рисунок 2 – Зависимость силы тяги ведущего моста от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

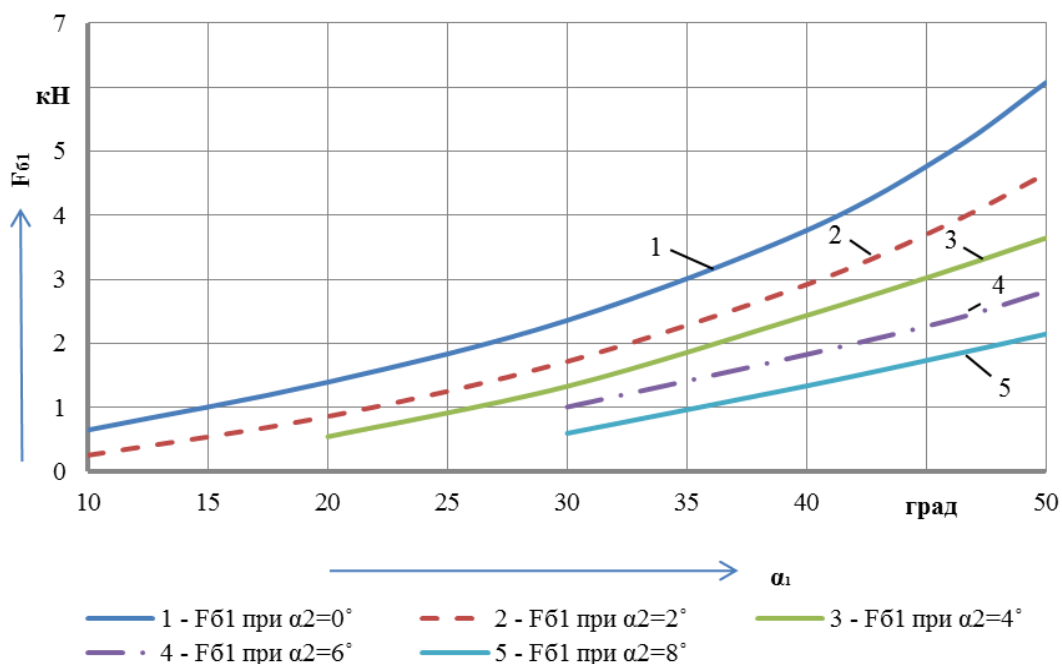


Рисунок 3 – Зависимость боковой силы, действующей на передний мост, от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

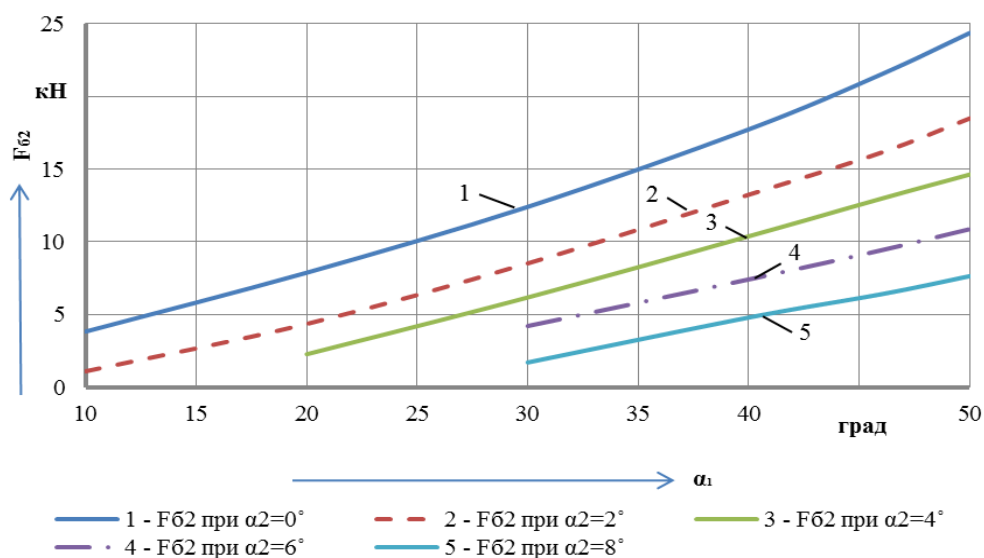


Рисунок 4 – Зависимость боковой силы, действующей на задний мост, от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

Из графиков следует, что при среднем угле поворота передних колес $\alpha_1=46^\circ$ применение подруливаемого моста позволяет уменьшить: радиус поворота шасси до 44%; боковые силы, действующие на передний мост до 64%, задний - до 70%; сопротивление движению шасси на повороте до 57%.

Таким образом, применение подруливающего заднего моста значительно повышает маневренность, топливную экономичность, устойчивость и безопасность движения шасси, однако усложняет конструкцию рулевого привода.

Зінько Роман Володимирович, к.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

Горбай Орест Зенонович, д.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

Крайник Юрій Любомирович, магістр, ВАТ «Укравтобуспром»

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРНО-ЗЧІПНОГО ПРИСТРОЮ ЦИСТЕРНИ-НАПІВПРИЧЕПА ЗГІДНО ПРАВИЛ 13 ЕЭК ООН

Процес гальмування сидельного автопоїзда багато в чому визначає стійкість курсового руху і забезпечує безпеку руху.

Особливістю динаміки гальмування автопоїзда є виникнення ударних навантажень між його ланками, які за певних умов можуть істотно погіршити його стійкість. При цьому спостерігається істотне збільшення динамічних навантажень на опорно-зчіпний пристрій, руйнування якого може привести до аварійної ситуації.

Характеристику сил, що діють на шарнірний пристрій, можна використати в якості джерела первинної інформації для автоматичних систем керування процесом гальмування автопоїздів, що дозволить розробити ефективний критерій формування сигналів керування гальмуванням автопоїздів. Також це дозволить аналізувати директиву 71/320 ЄЕС і єдині технічні вимоги Правил 13 ЕЭК ООН, які вимагають обов'язкову установку антиблокувальних систем, що реалізують релейне гальмування магістральних АТЗ [1-3].

Для цистерн-напівпричепів безрамного несівного типу розглянуто питання схем забудови шкворня опорно-зчіпного пристрою з умов міцності та мінімізації металомісткості для типової динаміки навантажень під час експлуатації, а саме при гальмуванні.

Навантаження шкворня опорно-зчіпного пристрою розраховувалися при гальмуванні з початковою швидкістю $v = 60$ км/год і коефіцієнті зчеплення $\phi_{\text{ц}} = 0,7$ і відображені на рисунку 1, матеріал пальця – конструкційна сталь з механічними характеристиками: межа текучості $\sigma_T = 620$ МПа, межа міцності при розтязі $\sigma_B = 720$ МПа, модуль Юнга $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,27$, модуль зсуву $G = 7,8 \cdot 10^4$ МПа.

Моделюванням ударного навантаження встановлено, що для зниження концентрації напружень поверхню кріплення пальця в гнізді напівпричепа необхідно виконати конусною (конусність не більше 1:8), при цьому величина локальної напруги знижується на 11%, а коефіцієнт запасу по межі текучості матеріалу підвищується на 2,9%.

Навантаженість пальця шарнірно-зчіпного пристрою оцінювали за величиною концентрації напруги на поверхні пальця. Найбільші локальні напруження спостерігалася в області галтелі пальця, а максимальна деформація пальця перевищувала 0,061 мм.

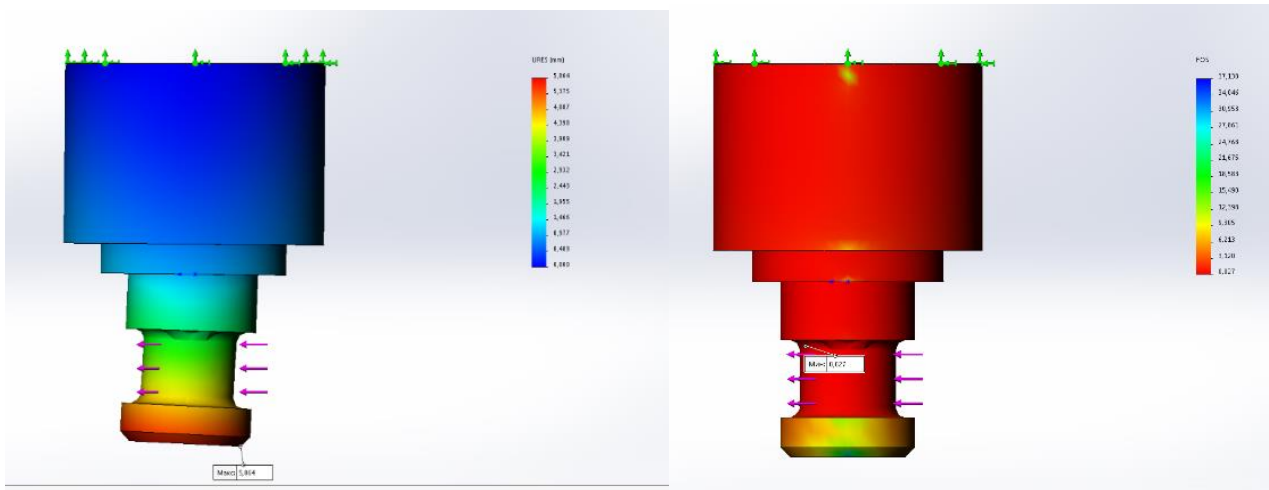


Рисунок 1 – Навантаження шворня автоцистерни поперечними зусиллями і визначення їх критичних значень на згин

Проведені дослідження враховані при створенні промислового зразка автоцистерни (рисунок 2).



Рисунок 2 – Промисловий зразок автоцистерни підготовлений для серійного виробництва

Література

1. ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорії M, N і O стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН № 13-09:2000, IDT). – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 180 с.
2. Regulation No. 13 Uniform provisions concerning the vehicles of categories M, N and O with regard to braking 14 January 2008 p.277
3. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.

Іванов Євген Мартинович, к.т.н., доцент, repositiv@gmail.com
Гнатюк Анастасія Анатоліївна, студент, hnatiuk1132@gmail.com
Омельченко Василь Васильович, студент, Mouthmonk@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ КРЕСЛЕНИКІВ РУХОМИХ РОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ В ПАКЕТІ AUTODESK INVENTOR

Майстер проектування пакету Autodesk Inventor [2] дозволяє розробляти параметричні 3D-моделі елементів шліцьових з'єднань. Але при побудові кресленника 3D-моделі шліцьового з'єднання не враховується ряд особливостей (рис. 1).

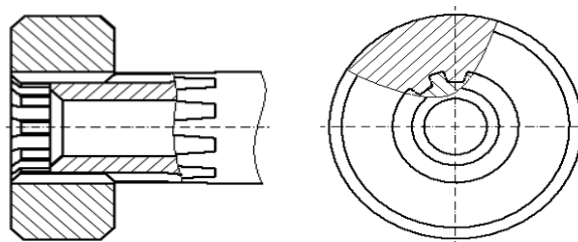


Рисунок 1 – Фрагмент кресленника шліцьового з'єднання в пакеті Autodesk Inventor

Згідно діючого стандарту на кресленнях шліцьові з'єднання зображуються умовно: на головному зображенні (паралельно осі валу(втулки)) зазвичай виконують місцевий розріз в якому шліці не заштриховують; якщо січна площина проходить через вісь шліцьового з'єднання, то на розрізі показують тільки ту частину поверхні виступів отвори, що не закрита валом [1, 5].

Для того, щоб кресленик шліцьового з'єднання в пакеті Autodesk Inventor був виконаний у відповідності з діючим стандартом, були використані параметричні 3D-моделі складальних одиниць «вал з шліцьовою ділянкою в оболонці» (рис. 2, а) та «отвір з шліцями в оболонці» (рис. 2, в) наведені у творі науково-практичного характеру [3].

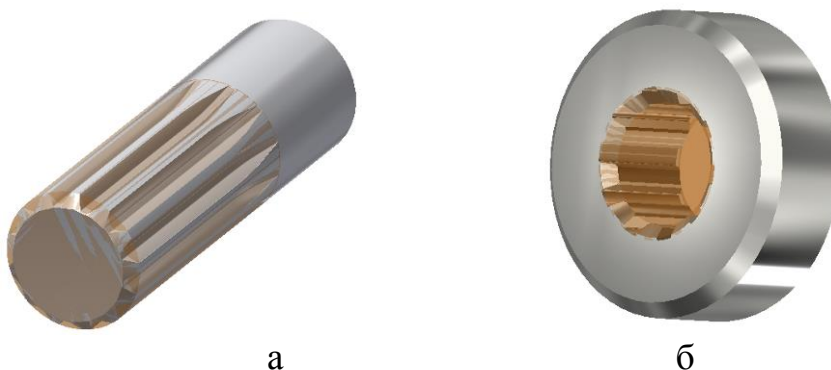
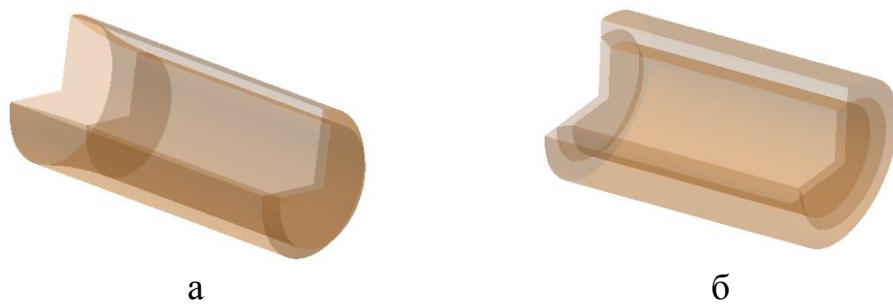


Рисунок 2 – Складальна одиниця: а) вал з шліцьовою ділянкою в оболонці; б) отвір з шліцями в оболонці



а б
Рисунок 3 – 3D-моделі оболонок



Рисунок 4 – Складальна одиниця «шліцьове з'єднання»

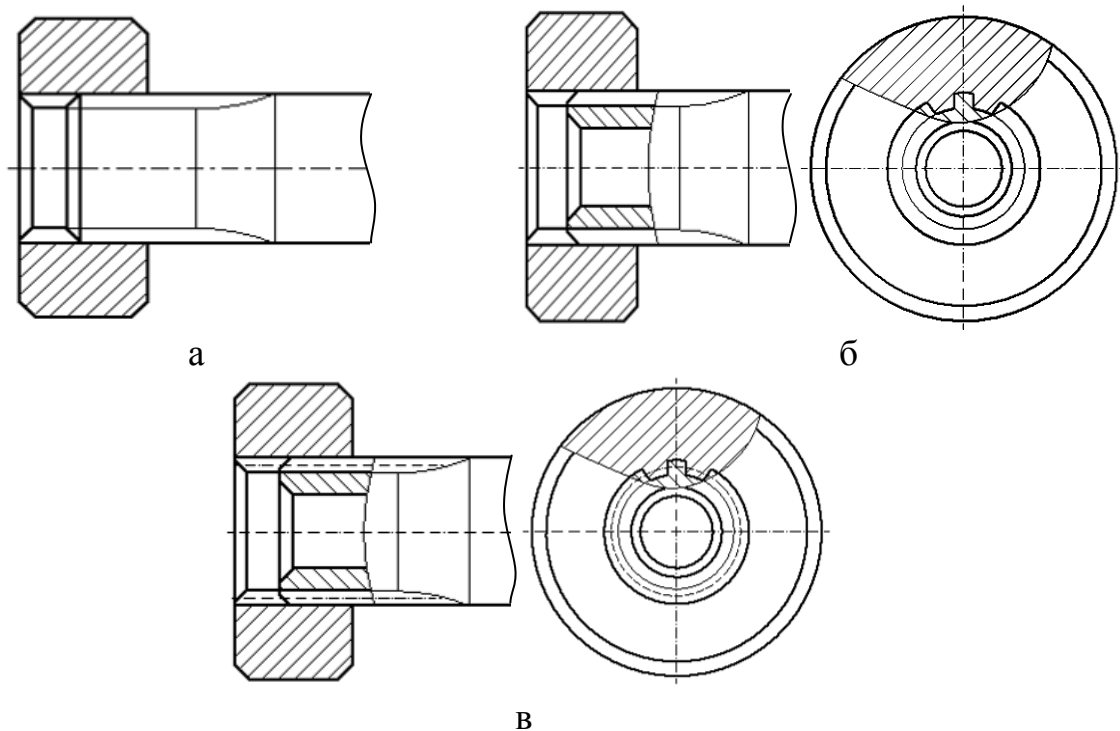


Рисунок 5 – Фрагменти креслеників шліцьових з'єднань у відповідності з діючим стандартом: а – вал без отвору; б – вал з отвором; в – з евольвентним профілем шліців

Складальні одиниці (рис. 2, а, б) розроблялись зі збігом ідентифікаторів

змінних при побудові 3D-моделей «оболонка валу з шліцьовою ділянкою» (рис. 3, а) та «оболонка отвору з шліцями» (рис. 3, б) використовуючи довідкові данні (основні геометричні параметри деталей шліцьового з'єднання), як вихідні параметри для можливості використання інструментів пакету «Импорт из файла XML» (3D-модель елемента шліцьового з'єднання) та «Экспорт в файл XML» (3D-моделі «параметричні оболонки») [3].

При створенні кресленика рухомих рознімних з'єднань використовуємо складальну одиницю «шліцьове з'єднання» (рис. 4) та розроблений алгоритм подання геометричної інформації рухомих рознімних з'єднань з довільними вихідними параметрами для полегшення побудови креслеників в пакеті Autodesk Inventor у відповідності з діючим стандартом.

Остаточні фрагменти креслеників шліцьових з'єднань у відповідності з діючим стандартом наведено на рисунку 5.

Запропонований алгоритм виконання креслеників рухомих рознімних з'єднань з довільними вихідними параметрами в пакеті Autodesk Inventor впроваджено в навчальний процес та може бути застосовано на виробництві для оптимізації розробки конструкторської документації.

Підхід, запропонований в роботі, може бути використано при розробці алгоритмів побудови креслеників передач зачепленням.

За результатами роботи отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір [4].

Література

1. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. – М.: Машиностроение, 2006.
2. Гузненков В.Н. Autodesk Inventor в курсе инженерной графики. Учебное пособие для вузов / В.Н. Гузненков, С.Г. Демидов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 146 с.
3. Иванов Є.М. Елементи шліцьового з'єднання у середовищі автоматизованого проектування. Свідоцтво АП №76551 від 02.02.2018 р.
4. Иванов Є.М. Розробка алгоритму подання геометричної інформації рухомих рознімних з'єднань для побудови креслеників при автоматизованому проектуванні. Свідоцтво АП №80325 від 18.07.2018 р.
5. Єдина система конструкторської документації. Основні положення. Довідник: – Укр. та рос. мовами /За заг. ред. В.Л. Иванова. – Львів: НТЦ “Леонорм-стандарт”, 2001. - 272с. – (Серія “Нормативна база підприємства”).

Іванов Євген Мартинович, к.т.н., доцент кафедри ІКТ, repositiv@gmail.com
Озарків Влада Владиславівна, студент, vladislava.ozarkiv@ukr.net
Вошунок Ігор Сергійович, студент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПОБУДОВА КРЕСЛЕНИКІВ ЕЛЕМЕНТІВ ШЛІЦЬОВОГО З'ЄДНАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

При побудові креслеників елементів шліцьового з'єднання (рис.1) в середовищі автоматизованого проектування (пакет Autodesk Inventor [2]) основною труднощі є подання геометричної інформації у відповідності з діючим стандартом [1, 5].

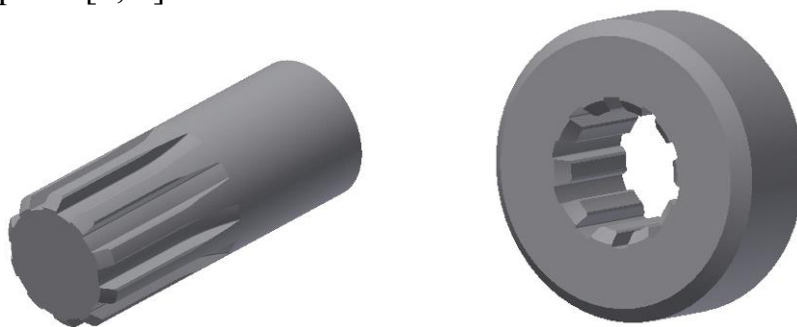


Рисунок 1 – Елементи шліцьового з'єднання (вал, втулка)

Для того, щоб кресленики елементів шліцьового з'єднання в пакеті Autodesk Inventor були виконані у відповідності з діючим стандартом, були розроблені параметричні 3D-моделі «оболонка валу з шліцьовою ділянкою» (рис. 2, а) та «оболонка отвору з шліцями» (рис. 2, б) з використанням довідкових даних (основних геометричних параметрів шліцьового з'єднання), як вихідні параметри. Оболонки були розроблені на базі методу удосконалення виконання робочих креслеників елементів передач зачепленням – методу параметричної оболонки [4].

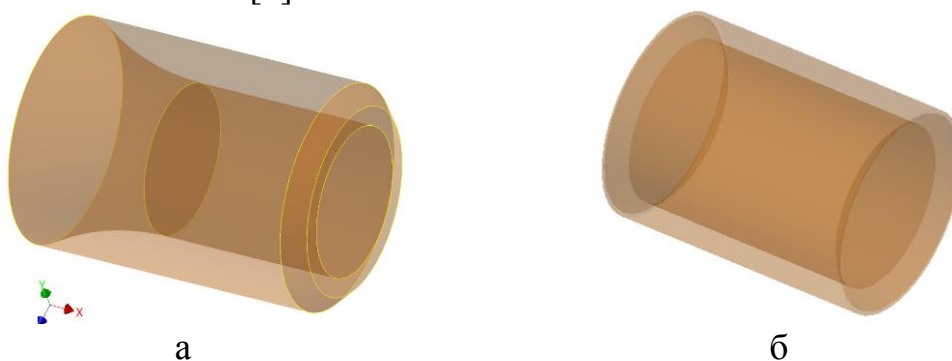


Рисунок 2 – 3D-моделі: а - «оболонка валу з шліцьовою ділянкою»;
б - «оболонка отвору з шліцями»

При створенні 3D-моделі «оболонка валу з шліцьовою ділянкою» під конкретний вал з шліцьовою ділянкою (рис. 3, а, б) та 3D-моделі «оболонка

отвору з шліцями» (рис. 3, в, г), передбачена параметризація, яка дозволяє експортувати основні геометричні параметри 3D-моделі шліцьової ділянки валу використав інструменти пакета «Импорт из файла XML» (3D-модель вал з шліцьовою ділянкою) та «Экспорт в файл XML» (3D-модель «оболонка валу з шліцьовою ділянкою» та 3D-модель «оболонка отвору з шліцями»). Необхідна умова при цьому – збіг ідентифікаторів змінних [3].

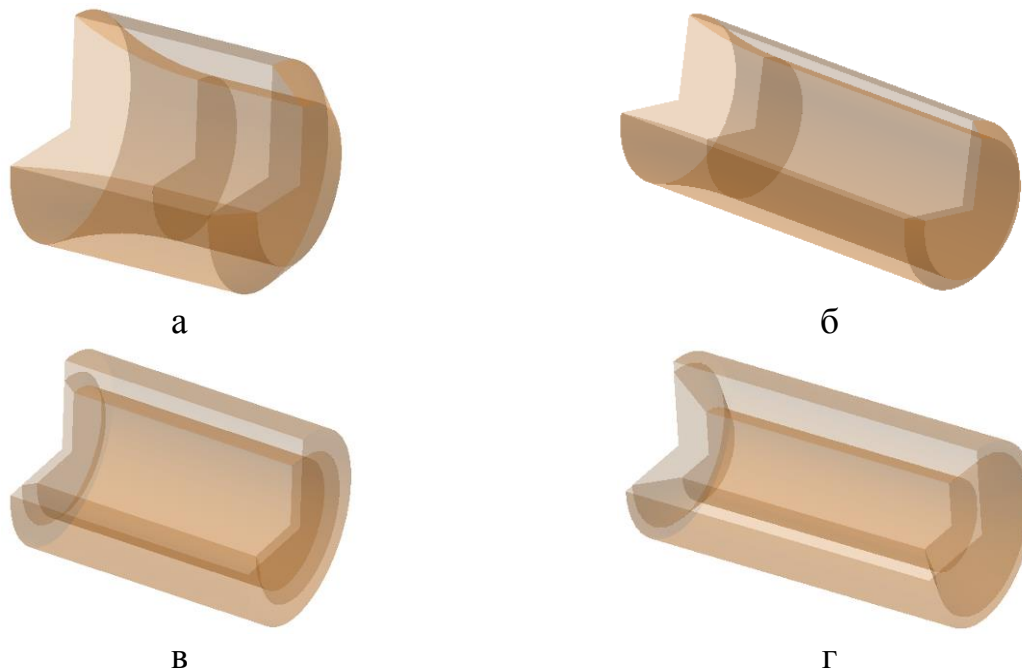


Рисунок 3 - Форми параметричних 3D-моделей: а, б - «оболонка валу з шліцьовою ділянкою»; в, г - «оболонка отвору з шліцями»

При створенні кресленика валу з шліцьовою ділянкою та втулки у відповідності з діючим стандартом використовуємо складальну одиницю «вал з шліцьовою ділянкою в оболонці» (рис. 4, а) та «отвір з шліцями в оболонці» (рис. 4, б).

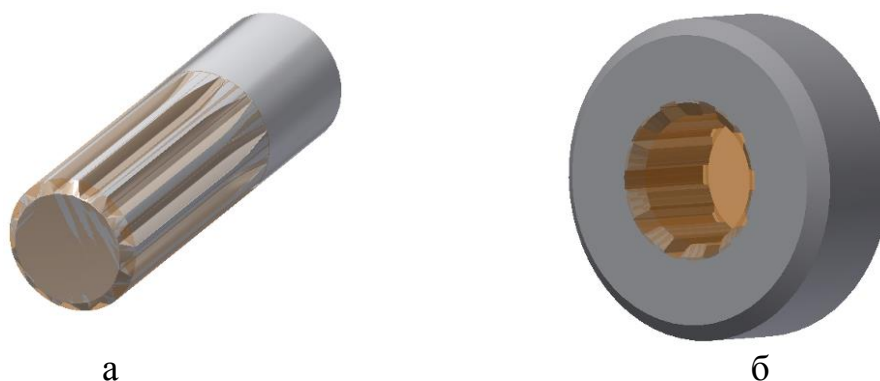


Рисунок 4 – Складальна одиниця:

а - «вал з шліцьовою ділянкою в оболонці»; б - «отвір з шліцями в оболонці»

Остаточно фрагменти креслеників валів з шліцьовими ділянками та отвору

з шліцями наведено на рисунку 5.

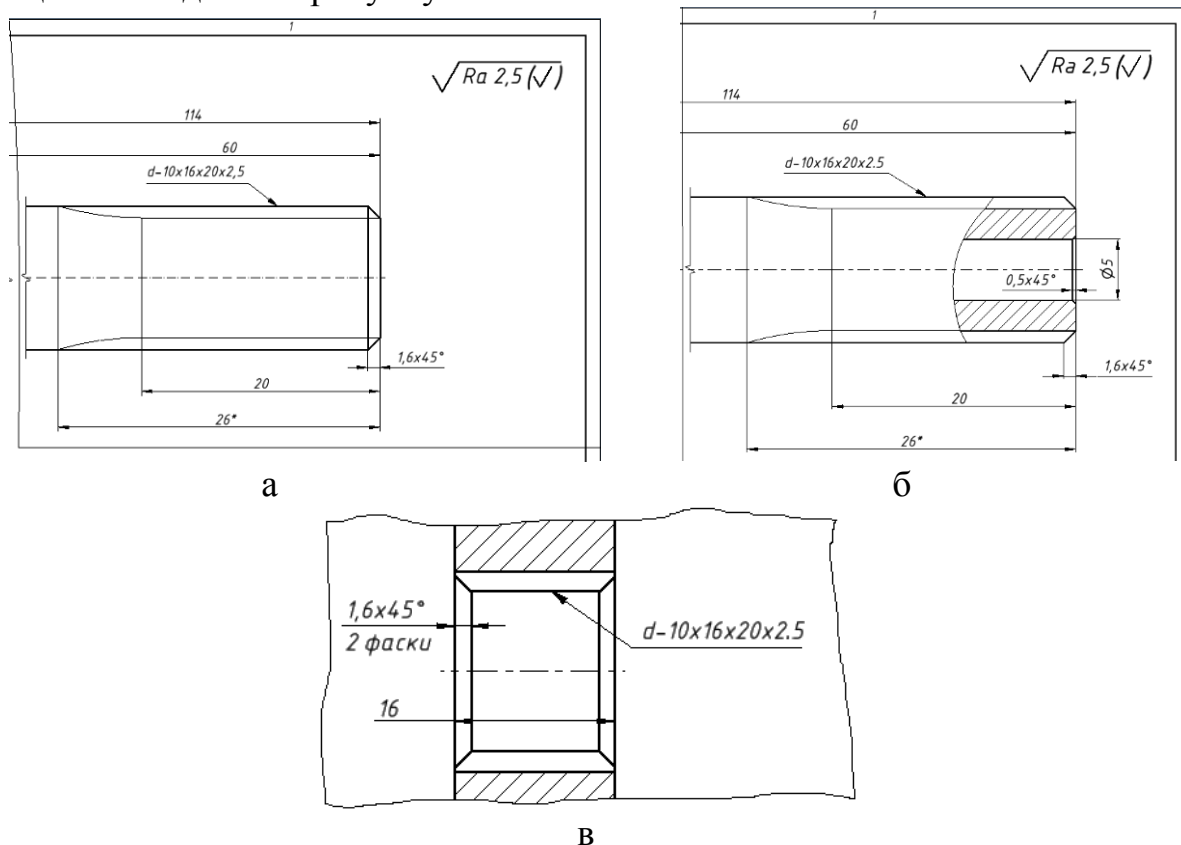


Рисунок 5 – Фрагменти креслеників елементів шліцевого з'єднання у відповідності з діючим стандартом:
а – вал без отвору; б – вал з отвором; в – втулка

Запропоновані в роботі 3D-моделі «оболонка валу з шліцевою ділянкою» та «оболонка отвору з шліцями» значно спрощують побудову креслеників елементів шліцевих з'єднань з довільними вихідними параметрами в пакеті Autodesk Inventor у відповідності з діючим стандартом.

За результатами роботи отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір [3].

Література

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. – М.: Машиностроение, 2006.
2. Гузненков В.Н. Autodesk Inventor в курсе инженерной графики. Учебное пособие для вузов / В.Н. Гузненков, С.Г. Демидов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 146 с.
3. Иванов Є.М. Елементи шліцевого з'єднання у середовищі автоматизованого проектування. Свідоцтво АП №76551 від 02.02.2018 р.
4. Иванов Є.М. Подання складових елементів передач у середовищі автоматизованого проектування. Свідоцтво АП №68329 від 25.10.2016 р.
5. Єдина система конструкторської документації. Основні положення. Довідник: – Укр. та рос. мовами /За заг. ред. В.Л. Иванова. – Львів: НТЦ “Леонорм-стандарт”, 2001. - 272с. – (Серія “Нормативна база підприємства”).

Красніков Сергій Васильович, к.т.н., доцент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Давиденко Валерій Едуардович, студент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАНЬ ОЦІНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ЕНЕРГОБЛОКІВ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Розвиток енергетичного комплексу кожної країни є показником стабільності та ефективності роботи народного господарства. Працездатність всього комплексу залежить від окремих елементів, зокрема працездатності окремих енергоблоків. Основні типи генерації електроенергії у світі виконують енергоблоки ТЕС, АЕС та інші (ГЕС, когенераційні установки - КУ, альтернативні та нетрадиційні джерела) [1].

Загальна потужність енергетичної системи України формально складає біля 55 ГВт. Проте фактично максимальні потужності електростанцій, що використовуються, менші за 25 ГВт, тобто менші за половину [2, 3]. Це відповідає фактичному стану працездатності існуючих енергоблоків нашої країни. Причини та наслідки цієї ситуації ставлять актуальні та невирішені питання щодо оцінки працездатності вітчизняних енергоблоків та енергетичного комплексу, а також подальшого розвитку енергетики країни.

Енергетичний комплекс України має на цей час формальні потужності номінально існуючих енергоблоків за наступними співвідношеннями: 62% - ТЕС (більше 50% та 27 ГВт) та ТЕЦ (12%, 6,5 ГВт), 25% — на АЕС (13,8 ГВт), 11% — ГЕС (5,7 ГВт) та біля 1% інші [4, 5]. Проте за даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості АЕС з 2013 року щорічно нарощують виробіток електроенергії. Так, за підсумками 2010 року українські ТЕС виробили 36% електроенергії, АЕС — 48%, ТЕЦ — 8%, а ГЕС — 7%, сонячні та вітряні ЕС – 0,5%. Проте, вже в 2013 році на ТЕС довелося 40%, на АЕС — 45%, частка ТЕЦ збільшилась до 9%, а частка ГЕС знизилася до 5%. Частка альтернативних та інших генераторів енергії значних змін не мала, складає біля та менше 1 %. Зокрема, виробництво електроенергії на Запорізької АЕС складає більше 35 млрд млн квт-ч; Південно-Української, Рівненської, Хмельницької біля 14-18 млрд квт-ч кожна. Теплові електростанції (ТЕС, ТЭЦ) та когенераційні установки (КУ) напроти знижують виробіток електроенергії до 50 млрд квт-ч. Загальні показники свідчать, що на 2017 рік частка АЕС у структурі виробництва електроенергії складала біля 60% (у 2016 року біля 50%), ТЕС, ТЭЦ і КУ – 30% (у 2016 року біля 38,6%), ГЕС і ГАЭС - 8% (у 2016 року біля 6,8%), блок-станцій - 0,9% (1%), альтернативних джерел - 1,1% (1%). Наслідком цього стало каскадне збільшення відмов енергоблоків АЕС. В 2016 році внепланові ремонти енергоблоків АЕС тривали 148 діб. На рис. 1 зображено порічно кількість непланових ремонтів енергоблоків АЕС за даними фонду енергетичних стратегій [6]. Найбільшу кількість відмов мали Південно-

Українська АЕС (рис.2) та Хмельницька АЕС. Останні два роки виробнича потужність енергетичної системи України збільшується кожного року на 2-3 %. Це зростання теж пов'язано з підвищенням навантаження енергоблоків АЕС, значною мірою Хмельницької АЕС. Причиною підвищення загальної енергетичної потужності є інтеграція енергетичної системи України в іноземні. На цей час виконано 11% від запланованого обсягу робіт [5]. Проте інтеграція енергетики України пов'язана з передачею та кореляцією з іноземними енергетичними системами. Це не тільки ускладнює задачі управління, але й призводить до збільшення навантаження та відмов вітчизняних енергоблоків. Також збільшення виробничої енергетичної потужності України, пов'язано з її експортом до інших країн [6]. В той же час використання енергетичних потужностей у вітчизняному народному господарстві останні роки зменшуються, що є негативним фактором (рис. 3).

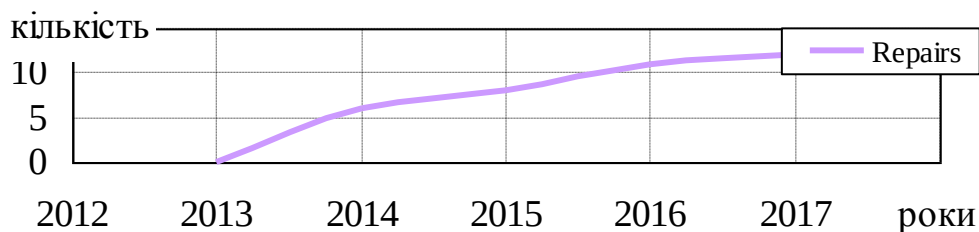


Рисунок 1 – Кількість відмов на АЕС за 2012 по 2017 роки



Рисунок 2 – Південно-Українська АЕС потужністю 3000 МВт

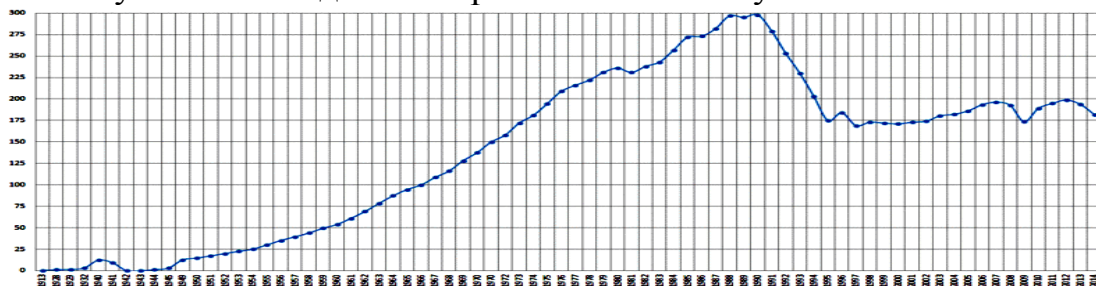


Рисунок 3 – Виробництво електроенергії в Україні з 1913 по 2014 роки (максимальна потужність 300 млрд. кВт*рік.)

Крім того слід зауважити, що перспективи розвитку енергетики з точки зору іноземних спеціалістів передбачають планове зменшення використання

електро- та енергоресурсів в вітчизняному господарстві (табл. 1). Зокрема планується скорочення потужностей АЕС України до 3 ГВт у 2035 році та 0,01 ГВт у 2040 р. Це можливо лише у двох випадках – глобальна модернізація вітчизняного виробництва з переходом на енергоекономічні технології без використання атомної енергетики або повільне скорочення та подальше руйнування енергетичного комплексу, жилого сектору, господарчих послуг, вцілому – сбалансованого народного господарства з переходом на залежність від іноземних енергетичних комплексів.

Таблиця 1 – Кінцеве споживання енергоресурсів (тисяч тон нафтового еквіваленту)

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
промисловість	24844	16408	18034	19415	19544	20077	20206	18825
населення	23467	16555	18568	16991	15170	14807	14403	13723
транспорт	11448	8749	10768	10756	10266	9918	9868	7390
сектор послуг	5037	3838	5236	5258	5415	5436	5433	5625
сільське господарство	2195	1960	2140	2346	2562	2782	2950	3176
всього	66991	47510	54746	54765	52957	53020	52860	48998

Щодо загальних тенденцій - мiрова енергетика базується у більшості на спалюванні органічного палива та перетворенні його хімічної енергії в теплову та електричну. Світова практика свідчить про частку видобування електричної енергії у такий спосіб більше 80%. При цьому середні світові показники щодо використання палива в електростанціях становлять: 45% - нафта, 18 % - природний газ, 37 % - вугілля [1]. У Великобританії ці показники становлять: 34% - нафта, 32 % - природний газ, 24 % - вугілля. В Україні: 16% - нафта, 42% - природний газ, 32 % - вугілля. За останні роки кількість використання природного газу збільшилась та стала біля 53%, а вугілля зменшилось до 22%. Проте у зв'язку з політичною ситуацією плануються зворотні зміни. Щодо переходу ТЕС масово на вугілля слід зазначити, що низька якість вугілля із зольністю 40-60 % і сернистістю 4-5 % спричиняється зниження виробітку електроенергії на 25-30 % щодо проектної й необхідність використання для «підсвічування» факелів у котлоагрегатах ТЕС значної кількості мазуту (10-20 % від маси вугілля, що спалюється,) і природного газу (70-180 м3/т вугілля) [3, 4]. Таким чином зміна палива та підвищення використання вугілля безумовно приведе до підвищення зносу, зменшення працездатності енергоблоків та меншу виработку електроенергії.

Ще одним суттєвим фактором зниження працездатності енергоблоків та зниження вироблення електричних потужностей є неповнота заповнення та нерівномірний розподіл працездатними енергоблоками приміщень машинних залів електричних станцій [5]. Це призводить до неоднорідностей, порушень силової, теплової, дренажної, вібраційної та інших видів взаємодії обладнання електричних станцій, що безумовно негативно впливає працездатність

енергоблоків, обладнання, будівельних споруд та зменшує загальний ресурс електричних станцій. Позитивні виходи з поточної ситуації можна зазначити наступні: відновлення енергоблоків ТЕС, підвищення частки ТЕС в виробленні електроенергії, розумна кореляція між електричними системами різних країн з безумовними пріоритетами щодо вітчизняного народного господарства, відновлення та розвиток вітчизняного котлобудування, стабілізація паливного комплексу ТЕС, рівномірний розподіл та повнота заповнення працездатними енергоблоками машинних залів електростанцій нашої країни. Однозначне вирішення цих питань можливо шляхом будівництва нових ТЕС та АЕС з новими зразками сучасного енергетичного обладнання або залучення енергетичних потужностей іноземних країн [6].

Щодо висновків можна зазначити: подальша тенденція розвитку української енергетики може привести до вироблення більшості (до 90%) електроенергії АЕС, що призведе до майже нерегульованого дисбалансу параметрів електричного струму протягом доби. Наслідком цього буде масова втрата працездатності більшості електричних пристроїв: у першу чергу споживання, у другу – самих енергоблоків електричних станцій.

Подальша інтеграція в електричні системи різних країн може привести до безумовної залежності від іноземних енергетичних систем та недопостачання енергоресурсами вітчизняного виробництва. Наслідком цього буде переведення виробничих міцностей народного господарства за межі України.

Дисбаланс та міграція палива котельних ТЕС призводить до зміни зносу проточних частин турбоагрегатів, проте це питання потребує додаткових досліджень. Базою цих досліджень має бути оцінка працездатності та ресурсу енергоблоків електростанцій, що працюють виключно на одному типі палива.

Неповне, а також неравномірне заповнення машинних залів працездатними та працюючими енергоблоками ТЕС минулого століття може бути факторами підвищення рівня вібрацій, зниження загальної міцності та збільшення відказів енергетичного обладнання. Дослідження цих питань призводить до низки складних та нелінійних задач.

Література

1. Варламов Г. Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії / Варламов Г. Б., Любчик Г. М., Маляренко В. А. – К. :Політехніка, 2003. – 228 с.
2. Энергия. Экология. Будущее / В. П. Семиноженко, П. М. Канило, В. Н. Остапчук, А. И. Ровенский. – Харьков: Прапор, 2003. – 464 с.
3. Касимов А. М. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование / Касимов А. М., Семенов В. Т., Романовский А. А. – Х. : ХНАГХ. 2007. – 411
4. Варламов Г. Б. Теплоенергетика та екологія / Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Маляренко. – Харків: САГА, 2008. – 234 с.
5. Чирков Ю. Карусель енергетики.- К.: Академпроект, 2016.-408 с.
6. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року / О. Дячук, М. Чепелев, Р. Подолець та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої // Пред-во Фонду ім. Г. Бьолля в Україні. – Київ : ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. – 88 с.

Купринюк Олег Петрович, викладач, Військова академія (м. Одеса)
Дем'янчук Борис Олександрович, д.т.н., Військова академія (м. Одеса)

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ПРОГНОЗНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ЕФЕКТИВНОГО АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАРШУ ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ.

Рівень маршової підготовки військ є одним із найважливіших показників готовності частин і підрозділів до ведення успішних бойових дій. Це переконливо підтвердив досвід як повоєнних навчань, бойових дій, миротворчих операцій так і нещодавно набутий досвід проведення АТО. Високоманевренний характер цих заходів створив напружені умови для маршів на великі відстані, особливо на сучасному етапі, порівняно частим явищем.

Механізована бригада (батальйон) може здійснювати марш в передбаченні вступу в бій або поза загрозою зіткнення з противником. При цьому механізована бригада може становити передовий загін корпусу або слідувати у складі її головних сил, а механізований батальйон може призначатися в авангард від бригади або слідувати в складі головних сил. Бригаді як правило призначаються два, маршрути руху. Похідний порядок бригади на марші складається з похідних колон батальйонів, бригадної артилерійської групи, ремонтно-відновлювального батальйону (ремонтної роти) і тилу бригади (полку). Успіх маршу залежить від хорошої організації усіх видів його забезпечення, і не в останню чергу, а можливо і головним чином автотехнічного. Автотехнічне забезпечення маршу організовують командири через своїх заступників з озброєння (по технічній частині).

Автотехнічне забезпечення маршу включає: підготовку водіїв машин; особового складу ремонтних майстерень; автомобільної техніки; ремонтних і евакуаційних засобів; а також заходів, що пов'язані з передачею надлишкового автомобільного майна і пошкоджених машин, які не можуть бути відновлені ремонтним підрозділом бригади до початку маршу; доукомплектування запасів автомобільного майна до встановлених норм; організацією технічного замикання колон; евакуацією, ремонт машин на марші і приведення їх в повну справність після прибуття в призначений район. Підготовка військ до маршу включає вирішення цілого комплексу питань, що пов'язані з організацією комендантської служби та регулюванням, підготовкою маршрутів, матеріального і технічного забезпечення. Важливе місце в цьому комплексі займають питання організації автотехнічного забезпечення маршу.

Роботи з технічного обслуговування машин в ході маршу виконують на привалах, в районах відпочинку і після прибуття в район зосередження. Час для технічного огляду на привалах обмежено, тому на них проводять тільки контрольний огляд, дозаправку машин і усувають несправності. Особливо ретельно слід проводити контрольний огляд на першому привалі, так як до цього часу виявляється більшість недоліків. Обслуговування і усунення

несправностей виконують водії із залученням сил і засобів ремонтних підрозділів.

Запас ходу по пальному основних марок машин показує, що більшість машин при здійсненні маршу на велику відстань (у кілька добових переходів) в змозі виконати добовий перехід (змішані колони – 300-350 км., колісні колони – до 400 км) без дозаправки паливом, за виключенням деяких автомобілів сімейства УАЗ, а також автомобілів ГАЗ-53, які необхідно дозаправляти на привалах.

У районах нічного (денного) відпочинку проводять роботи в обсязі щоденного технічного обслуговування всіх автомобілів, а при необхідності – окремі операції ТО-1 (контрольно-регулювальні). Для скорочення часу на виконання технічного обслуговування і надання водіям відпочинку в допомогу їм виділяють особовий склад зі складу ремонтного підрозділу бригади (які не задіяні в технічному замиканні похідних колон). З цією метою доцільно завчасно до виходу на марш призначати ремонтників на весь період маршу. Особовий склад ремонтних підрозділів слід залучати для технічного обслуговування машин після завершення ремонту машин, що вийшли з ладу в ході маршу. Для відновлення несправних і пошкоджених машин в ході маршу використовують запасні частини з індивідуальних комплектів ЗІП, які наявні на кожній машині, та запаси автомобільного майна, що знаходяться в технічному замиканні похідних колон батальйонів (дивізіонів) і бригади.

Заступники командирів батальйонів (дивізіонів) з озброєння (технічної частини) і начальник автомобільної служби бригади на марші повинні знаходитися там, де вирішуються головні завдання автотехнічного забезпечення. Залежно від цього заступник командира батальйону з озброєння (технічної частини) перебуватиме в технічному замиканні похідної колони батальйону, начальник автомобільної служби бригади – з технічною частиною в колоні ТПУ, помічник начальника автомобільної служби бригади – з технічною частиною або, як правило – в технічному замиканні похідної колони бригади. Командир ремонтного взводу автомобільної техніки з майстернями ПАРМ-1М і МТО-АТ повинен перебувати в технічному замиканні колони бригади або за колоною головних сил, начальник складу автомобільного майна, як правило, зі складом – в колоні тилу в готовності терміново видати необхідне майно на привалах, або в районі денного (нічного) відпочинку.

У здійсненні управління автотехнічним забезпеченням маршу є труднощі, зумовлені великою розосередженістю підрозділів і бригади в цілому по глибині і складності умов організації та забезпечення радіозв'язку на марші. Робота радіостанцій мережі технічного забезпечення на передачу в ході маршу забороняється, тому в цих умовах основними засобами зв'язку начальника автомобільної служби із заступниками командирів батальйонів з технічної частини, командирами підрозділів та посадовими особами автомобільної служби бригади будуть рухомі засоби і особисте спілкування на привалах і в районах відпочинку. Для управління всередині колони технічного замикання можуть використовуватися засоби сигнального зв'язку (сигнальні ракети,

прапорці, ліхтарі, бортові світлофори і т. д.).

При здійсненні маршу на велику відстань в районах відпочинку заступники командирів батальйонів з озброєння (технічної частини) і начальник автомобільної служби бригади ставлять завдання особовому складу служби з автотехнічного забезпечення на черговий добовий перехід, а начальник автомобільної служби бригади, крім того, представляє старшому начальнику по службі зведення (донесення).

У ході маршу можливий вихід машин з ладу як від експлуатаційних несправностей (зносу), так і від бойових пошкоджень. З досвіду проведених у післявоєнний період навчань з вчинення тривалих маршів та бойових дій (1978-1989 рр.) в миротворчих діях в республіці Ірак, в колишній Югославії показує, що середньодобовий вихід машин з ладу по експлуатаційних причинах може скласти 5,5-8 %. А з врахуванням виходу по бойових пошкодженнях може досягати навіть критичних показників.

Роботи з ремонту та евакуації машин на марші виконують силами та засобами підрозділів технічних замикань похідних колон батальйонів (дивізіонів) і бригади. Склад технічного замикання колон визначають, виходячи: з побудови похідного порядку підрозділів (частин); особливостей маршу; завдань, що виконуються після маршу; наявності штатних і доданих ремонтних та евакуаційних засобів і завдань, покладених на замикання. У будь-якому випадку до складу технічного замикання виділяють: засоби ремонту і евакуації, заправки паливом та мастильними матеріалами; машини з запасом автомобільного майна; резервні машини із засобами для буксирування.

Аналіз часткових показників ефективності автотехнічного забезпечення маршу виявляє проблеми забезпечення та підтримання справного стану автомобільної техніки (пошкодження автомобільної техніки до початку маршу і на марші противником) в ході підготовки та здійснення маршу військової частини. Це безпосередньо впливає на своєчасний вихід частини у визначений район у повному складі для подальшого виконання поставлених завдань, що в свою чергу вимагає від системи автотехнічного забезпечення ефективного функціонування та дає можливість забезпечити високий рівень готовності до виконання військовою частиною завдань за призначенням.

Методичні основи, що пропонуються, засновано на створенні та дослідженні адекватної прогностичної моделі процесу ефективного автотехнічного забезпечення маршу військової частини, що в сучасних умовах дасть можливість вирішувати питання на високому науковому рівні та забезпечити високу мобільність виконання завдань за призначенням, здійснювати марш у визначені терміни з метою вчасного виходу у визначені райони та позиції для подальшого виконання поставлених завдань.

Купринюк Олег Петрович, викладач, Військова академія (м. Одеса)
Дем'янчук Борис Олександрович, д.т.н., Військова академія (м. Одеса)

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ МАСКУВАННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АТЗ МАРШУ.

Ймовірності перебування системи автотехнічного забезпечення маршу в кожному її стані в процесі функціонування цієї системи, описуються сукупністю трьох диференціальних рівнянь, що описують процес функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу в часі відносно ймовірності перебування системи в кожному із станів відповідно до правила контурів в оточенні кожного із станів цієї системи забезпечення маршу.

Сукупність диференціальних рівнянь, що описують процес перебування системи в кожному стані записаних, згідно до правил контурів для графа переходів системи автотехнічного забезпечення маршу дає можливість вирішити наступні питання:

- визначити ймовірності перебування системи автотехнічного забезпечення маршу в різних станах і загальної ефективності функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу у виді відношення ймовірності перебування системи в готовому стані до ймовірності її перебування в неготовому до застосування стані;
- вплив маскування автомобільної техніки і збільшення ймовірності її відновлення на величину показника ефективності функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу.

Дослідження вказаної моделі, що пропонуються, дає можливість зробити наступні висновки:

1. Ймовірність перебування системи автотехнічного забезпечення маршу у непрацездатному стані протягом двох діб маршу збільшується на 70%, а ймовірність її перебування у працездатному стані за цей час маршу зменшується на 30% та не перевищує у середньому 0,55.

2. За умов зменшення у 2 рази – ймовірностей відмов автомобільної техніки до початку забезпечення маршу підрозділів та інтенсивності застосування автомобільної техніки для автотехнічного забезпечення маршу – пошкодження автомобільної техніки до початку маршу і на марші противником, завдяки її маскуванню, та за умов збільшення у 2 рази ймовірності відновлення автомобілів за час, який є сумірним з циклом їх відмов – відновлення автомобільної техніки, ймовірність працездатного стану системи автотехнічного забезпечення маршу збільшується у середньому в 5 разів та завжди перевищує рівень 0,8. Крім того, у разі виконання зазначених умов, ефективність функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу зростає у 3...4 рази.

3. Без виконання цих умов, що сприяють збереженню живучості

автомобілів і ремонтного обладнання протягом маршу, ефективність функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу зменшується за часом протягом двох діб більш ніж у 2 рази.

Таким чином за допомогою дослідження моделі для оцінки впливу маскування і відновлення автомобільної техніки на ефективність функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу ми виходимо на основний показник – забезпечення живучості, який залежить, як від впливу факторів ураження, які застосовує противник, так і від ефективності організації маскування і функціонування системи відновлення автомобільної техніки в ході автотехнічного забезпечення маршу.

В.А. Нестеренко, аспірант, ИПМаш имени А. Н. Подгорного НАН Украины

СОЗДАНИЕ ОБОЛОЧКИ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА "PROMETHEUS"

В современном научном мире большинство научных исследований, в любой отрасли, проводится при помощи компьютеров. Создание программных комплексов, в той или иной отрасли демонстрирует, насколько данная отрасль развита и компьютеризирована. Машиностроительная отрасль Украины за период с 2014- 2017 прибывала в состоянии регресса. В 2018 году кабинет министров Украины утвердил проект о финансировании машиностроительной и космической отрасли. Данные отрасли в мировом контексте являются самыми перспективными для развития на сегодняшнее время, для экономики нашей страны они являются очень важными, утверждения об обратном ошибочны.

Анализ публикаций. В ходе анализа публикаций было определено, что существуют различные программные комплексы, которые реализуют данные задачи. К таким программным комплексам можно отнести следующие: Flow Vision, Ansys, AVL Fire, Дизель-ПК, некоторые компоненты Comsol Multiphysics. Некоторые из программ коммерческие, некоторые занимаются исследованиями в необходимой области, некоторые заблокированы для использования в Украине. Так же стоит отметить, что у каждой из вышеперечисленных программ есть свои достоинства и недостатки.

Цель и задачи исследования. Цель работы – создание оболочки для программного комплекса рабочего цикла двигателя на языке программирования Fortran, проверка адекватности полученной программы путем проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Создание оболочки для программного комплекса "Prometheus"

На базе ИПМаш был создан программный комплекс, который дает возможность проводить предварительную оптимизацию режимных, регулировочных и конструктивных параметров двигателя на этапе проектирования и быстро анализировать влияние этих изменений на оценочные

параметры работы двигателя. Также программный комплекс позволяет прогнозировать характеристики двигателя, выборе направления экспериментальных исследований. В программном комплексе базой для расчетной модели рабочего цикла двигателя, служит 2-х зонное математическое моделирование процесса сгорания с учетом пониженной стехиометрии, диссоциации продуктов сгорания и эмиссии монооксида азота на основе кинетических реакций.

Для поставленной задачи качественного анализа характеристик двигателя достаточно выбрать квазилинейную термодинамическую модель, позволяющую получить основные выходные характеристики двигателя; состав продуктов сгорания в отработавших газах и дать представление о качестве рабочего цикла в форматизированном виде для топлив различных составов.

2-х зонная модель процесса сгорания построена на основе гипотезы абсолютного не смешения веществ зоны свежего заряда и зоны продуктов сгорания, масса которых задается по одному из известных эмпирических и полуэмпирических законов выгорания топливовоздушной смеси (Блумберга П., Вибе И.И.). В обеих зонах предполагается присутствие идеального газа, однородность давления и отсутствие пространственного градиента температур. Основой термодинамического анализа служит уравнение сгорания энергии и массы для обеих зон. Термодинамическая система при таких допущениях разрешена относительно температуры свежего заряда, температуры процесса сгорания и давления в цилиндре двигателя. Модель отличается универсальностью, т.е., применима в широком диапазоне конструктивных и режимных параметров, топливных композиций, позволяет сделать быстрый расчет рабочего цикла при использовании современных ЭВМ.

Структура модели имеет блочную основу, она разбивается на подмодели, связанные общими показателями во времени и отвечающая каждая за ту или иную часть рабочего цикла двигателя, например, сгорание, газообмен, расчет теплофизических свойств топливных композиций и т.д. Основой для моделирования рабочего цикла любого ДВС, является его термодинамическая модель, у которой камера сгорания рассматривается как открытая система, действующая в квазистационарных условиях. Так же важно знать, что при математическом моделировании рабочих процессов ДВС на альтернативных топливах необходимо уделить внимание формализации описания процессов, происходящих в смесях переменного состава, особенно процедуре определения теплофизических характеристик топливных композиций. Такая процедура реализуется специальным модулем. Теплофизические свойства (энтальпия, энтропия, изобарная и изохорная теплоемкости) для большинства индивидуальных веществ представляются в полиномиальном виде в зависимости от абсолютной температуры.

Данный программный комплекс написан на языке программирования Fortran. Он функционирует, но на устаревших операционных системах, вывод полученных результатов достаточно громоздкий и его необходимо преобразовывать вручную, нет графического визуализатора.

В данный момент проводится работа над приведением данного программного комплекса, реализующего математическую модель рабочего процесса к «коммерческому» формату в соответствии с используемой операционной системой.

Выводы. В результате проведенных исследований и поиска информации о уже созданных разработках и инновациях в данной сфере было определено, что создание программных комплексов в Украине является перспективным и актуальным направлением. В данный момент программный комплекс, созданный на базе ИПМаш, приводится к коммерческому формату. Он дает возможность проводить предварительную оптимизацию режимных, регулировочных и конструктивных параметров двигателя на этапе проектирования и быстро анализировать влияние этих изменений на оценочные параметры работы двигателя.

Литература

1. Ковылов Ю. Л. Теория рабочих процессов и моделирование процессов ДВС: учеб. / Ю. Л. Ковылов. – Самара: Изд-во Самар. гос.аэрокосм. ун-та, 2013. – 416 с.: ил.
2. Разлейцев Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания топлива в дизелях /Н.Ф. Разлейцев. – Харьков: Вища школа, 1980. – 169 с.
3. Вибе И.И. Теория двигателей внутреннего сгорания: Конспект лекций. Челябинск: Изд-во Челябин. политехи, ин-та, 1974.252 с.
4. Куценко А. С. Моделирование рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания на ЭВМ / А. С. Куценко. – Киев: Наукова думка, 1988. – 104 с.
5. Природный газ в двигателях / А. П.Кудряш, В. В. Пашков, В. С. Маринин, Д. А. Москаленко. – Киев, (Наукова думка). 1990. – 200 с.
6. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей.; Под. ред. Орлина А.С. Круглова М.Г. М.: Машиностроение, 1980.288 с.
7. <https://flowvision.ru/ru/>
8. <https://www.ansys.com/>
9. <https://www.avl.com/fire>
10. <http://www.diesel-rk.bmstu.ru/Rus/index.php>
11. <https://www.comsol.ru/>

Міщук Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури

Балака Максим Миколайович, асистент, Київський національний університет будівництва і архітектури, maxim.balaka@gmail.com

Пліс Віталій Борисович, студент, Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИБІР МОДЕЛЕЙ ДЕФОРМОВАНOSTІ ПНЕВМАТИЧНОЇ ШИНИ І ОПОРНОЇ ПОВЕРХНІ

Показники взаємодії коліс з опорною поверхнею і, зрештою, експлуатаційні властивості транспортно-технологічних засобів залежать від деформованості контактуючих тіл. Але обрати моделі, які повністю відображали б їх деформаційні властивості, не представляється можливим, оскільки колесо з пневматичною шиною – складна конструкція, утворена різнорідними матеріалами, а опорна поверхня (грунт, земля або снігова цілина) – складне середовище. Крім того, використання складних моделей пневматичної шини і опорної поверхні унеможлиблює вирішення задачі аналізу їх взаємодії.

Перспективним напрямом удосконалення аналітичного опису взаємодії пневматичної шини з опорною поверхнею є перехід від механічних моделей деформівних тіл до їх реологічних аналогів. Останні дають наочне уявлення про характер напружено-деформованого стану в області контакту пневматичної шини з опорною поверхнею під дією зовнішніх навантажень на колесо.

У реологічних моделях фундаментальні властивості тіла чи середовища визначаються простими елементами: пружним тілом Гука, що представляє собою пружину, в'язким тілом Ньютона у вигляді наповненого рідиною циліндра, в якому переміщується поршень, та пластичним тілом Сен-Венана у вигляді повзуна з сухим кулонівським тертям [1]. Шляхом різних комбінацій описаних елементів створюються моделі та реологічні рівняння реальних тіл, суцільність яких зберігається незалежно від прикладеного навантаження.

В процесі розвитку тягової механіки колісних машин, починаючи з робіт Є. О. Чудакова, удосконалювалася і механічна модель деформованості пневматичної шини: від найпростішої у вигляді тіла Гука, до більш складних – тіл Гука і Ньютона, а також Гука, Ньютона і Сен-Венана з комбінованою структурою фундаментальних реологічних тіл. Шина приймалася у вигляді невагомго кільця з зовнішнім радіусом, що дорівнює вільному радіусу колеса, і шириною, що дорівнює ширині протектора, яке з'єднано з маточиною колеса нескінченно великим числом елементів, що деформуються в радіальному напрямку [2].

Використання лише механічних моделей деформованості пневматичної шини в багатьох проведених дослідженнях призводить до необхідності застосування динамічної моделі шини зі змінними параметрами і, як наслідок, виникає складність аналітичного опису її взаємодії з опорною поверхнею.

Наприклад Я. Табореком запропоновано розрахункову схему, в якій колесо з пневматичною шиною замінено пружним елементом. Це передбачає використання лінійної залежності між нормальним навантаженням і радіальною деформацією. При застосуванні аналогічної реологічної моделі використовується нелінійна залежність, тобто реальна [1].

Очевидно, на цей час найбільш досконалою слід вважати модель деформованості пневматичної шини, яка утворена паралельним з'єднанням фундаментальних тіл Гука, Ньютона і Сен-Венана, що відображають відповідно пружні властивості шини і враховують наявність обох видів внутрішнього тертя (в'язкого і сухого) у матеріалах гумокордної оболонки [3]. Зазначеній моделі відповідає реологічне рівняння [1]

$$\sigma = E_1 \left(\varepsilon_1 + \frac{\mu_1}{E_1} \cdot \dot{\varepsilon}_1 + v \operatorname{sgn} \varepsilon_1 \right), \quad (1)$$

де E_1 – модуль деформації шини; ε_1 , $\dot{\varepsilon}_1$ – відносні деформація і швидкість деформування шини; μ_1 – коефіцієнт в'язкості шини; v – коефіцієнт, що показує, яку частину модуля деформації шини складають контактні напруження, обумовлені постійним внутрішнім тертям у шині; sgn – функція Кронекера (signum – знак), область значень якої $\{-1; 0; 1\}$.

Методи визначення параметрів реологічної моделі пневматичної шини (E_1 , μ_1 , v) докладно викладені в роботі [3]. Для оцінки показників взаємодії коліс з деформівною опорною поверхнею використовують закономірності їх стиску і зсуву, враховуючи, що перша характеризує процеси утворення колії як однієї з причин опору коченню, а друга – формування сили тяги. Ці закономірності визначають відповідними переміщеннями деформаторів (штампів).

Аналіз експериментальних даних взаємодії штампів різної форми (конічної, циліндричної, прямокутної) і розмірів у плані з ґрунтом або сніговою цілиною, отриманих Я. С. Агейкіним, В. Ф. Бабковим, Дж. Вонгом, В. М. Геращенко, дає підставу для наступного висновку: якщо визначено експериментальну закономірність деформування опорної поверхні одним штампом, то використовувати її для оцінки деформованості цієї ж поверхні іншим штампом не представляється можливим. Тому використання цих закономірностей для оцінки взаємодії коліс з різними за властивостями опорними поверхнями не призведе до достовірних даних.

Деформованість (стиск) елементарних об'ємів ґрунту достатньо повно відображає модель Кельвіна–Фойгта у вигляді паралельно розташованих тіл Гука і Ньютона [4], якій відповідає реологічне рівняння [1]

$$\sigma = E_2 \left(\varepsilon_2 + \frac{\mu_2}{E_2} \cdot \dot{\varepsilon}_2 \right), \quad (2)$$

де E_2 – модуль деформації ґрунту; ε_2 , $\dot{\varepsilon}_2$ – відносні деформація і швидкість деформування ґрунту; μ_2 – коефіцієнт в'язкості ґрунту.

Методи визначення E_2 і μ_2 на цей час недостатньо розроблені, тому можна рекомендувати використання експериментальних даних [4, 5].

Рівняння (2) цілком підходить для опису деформаційних властивостей суглинку, що має структуру гелю, в якому частинки піску з'єднуються ланцюжками колоїдних частинок глини, а проміжки заповнені водою. Дана модель якісно описує явище пружної післядії, при якій деформація розвивається із запізненням по відношенню до прикладеного напруження.

Аналіз різних аналітичних закономірностей зсуву ґрунту за величиною дотичного напруження τ , отриманих Я. С. Агейкіним, М. І. Щербініним, М. Г. Беккером, показав, що більш прийнятною для оцінки зчіпних властивостей пневматичної шини з ґрунтозачепами є залежність

$$\tau = \left[\sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 + C_0 \left(1 - \frac{S_{\Pi\xi}}{t} \right) \right] \cdot \left(1 - e^{-\frac{|S_{\Pi\xi}|}{k_\tau}} \right), \quad (3)$$

де φ_0 – кут внутрішнього тертя ґрунту; C_0 – внутрішнє зчеплення ґрунту при зсуві; $S_{\Pi\xi}$ – величина зсуву ґрунту ґрунтозачіпом (шлях проковзування); t – відстань між стінками виступів ґрунтозачепа; k_τ – параметр, що характеризує деформованість ґрунту при зсуві.

Аналіз даної залежності показує, що зі збільшенням величини зсуву ґрунту $S_{\Pi\xi} \rightarrow \infty$ співмножник $\left(1 - e^{-\frac{|S_{\Pi\xi}|}{k_\tau}} \right) \rightarrow 0$, тобто величина дотичного

напруження τ ґрунтозачепа зменшується до нуля.

В. В. Гуськов [6], виражаючи функціональну залежність (3) напружень ґрунту зсуву τ від величини зсуву $S_{\Pi\xi}$, використовує для визначення сили тяги стосовно до розрахункових схем для визначення коефіцієнта опору коченню. Цей спосіб дозволяє дослідити вплив кроку рисунка протектора і використовується переважно для оцінки прохідності колісних машин.

Література

1. Малкин А. Я. Реология : концепции, методы, приложения / А. Я. Малкин, А. И. Исаев. – СПб. : Профессия, 2007. – 560 с.
2. Теоретичні основи взаємодії пружно-деформованих виконавчих елементів

будівельної техніки і робочого середовища з врахуванням термореологічних процесів: монографія / [Л. Є. Пелевін, М. М. Балака, М. О. Пристайло, Г. М. Мачишин, Г. О. Аржаєв]. – К. : Інтерсервіс, 2015. – 232 с.

3. Водяник И. И. Определение параметров реологической модели пневматической шины / И. И. Водяник. – М., 1981. – 7 с. – Деп. № Д634.
4. Водяник И. И. Воздействие ходовых систем на почву (научные основы) / И. И. Водяник. – М. : Агропромиздат, 1990. – 172 с.
5. Месчан С. Р. Экспериментальная реология глинистых грунтов / С. Р. Месчан. – М. : Недра, 1985. – 342 с.
6. Тракторы. Теория / [Гуськов В. В., Велев Н. Н., Атаманов Ю. Е. и др.] ; под общ. ред. В. В. Гуськова. – М. : Машиностроение, 1988. – 376 с.

Міщук Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури, mischuk84@gmail.com
Демиденко Олексій Павлович, студент, Київський національний університет будівництва і архітектури

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ АДЕКВАТНОЇ ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Двигуни внутрішнього згорання є найбільш поширеними в автомобільному транспорті. При перетворенні енергії стиснених газів в механічну енергію, поширено застосовують роторні або кривошипно-шатунні двигуни. Основна частка ринку двигунів внутрішнього згорання припадає саме на конструкції з кривошипно-шатунними механізмами у яких зворотно-поступальний рух поршня перетворюється в обертальний рух колінчастого валу [1, 2].

В роботах багатьох дослідників широко розглянуто різні варіанти динамічних моделей кривошипно-шатунних механізмів двигунів як з однією так і з багатьма ступенями рухомості, де враховано додаткові коливання поршня та шатуна [3, 4]. Проте подібні динамічні моделі не дають можливості якісно досліджувати динаміку кривошипно-шатунних механізмів на перехідних ділянках роботи двигунів.

Для дослідження динаміки роботи двигуна внутрішнього згорання з метою впровадження у подальшому ефективної системи його живлення, потрібно розробити математичну модель кривошипно-шатунного механізму, яка враховуватиме основні параметри подібних систем (розміри та маси ланок) і дозволитиме проводити дослідження на перехідних ділянках роботи двигуна, а саме в періоди його несталого руху.

В якості динамічної моделі прийнято механічну систему з абсолютно жорсткими ланками центр мас яких співпадає з їх геометричними центрами, а вісь переміщення поршня співпадає з віссю обертання кривошипа, і яка складається з кривошипа 1, шатуна 2, поршня 3 та маховика 4 (рис. 1).

Під час роботи двигуна поршень 3 масою m_3 здійснює поступальні рухи зі швидкістю v_3 , шатун 2 масою m_2 здійснює складний рух: поступальний з лінійною швидкістю v_{s_2} та обертальний з кутовою швидкістю $\dot{\phi}$, а кривошип 1 масою m_1 разом з маховиком 4 масою m_4 обертається навколо осі корінної шийки з кутовою швидкістю $\dot{\alpha}$. В даній моделі не враховано зрівноважувальну масу кривошипа та зазори між поршнем і циліндром. Розглядається рух кривошипа проти годинникової стрілки.

За узагальнену координату було прийнято кут повороту кривошипа $\alpha = f(t)$, тоді кут повороту шатуна відносно горизонталі буде функцією кута повороту кривошипа, тобто:

$$\phi = \frac{\pi}{2} - \beta = \frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{l_1}{l_2} \cos(\alpha)\right). \quad (1)$$

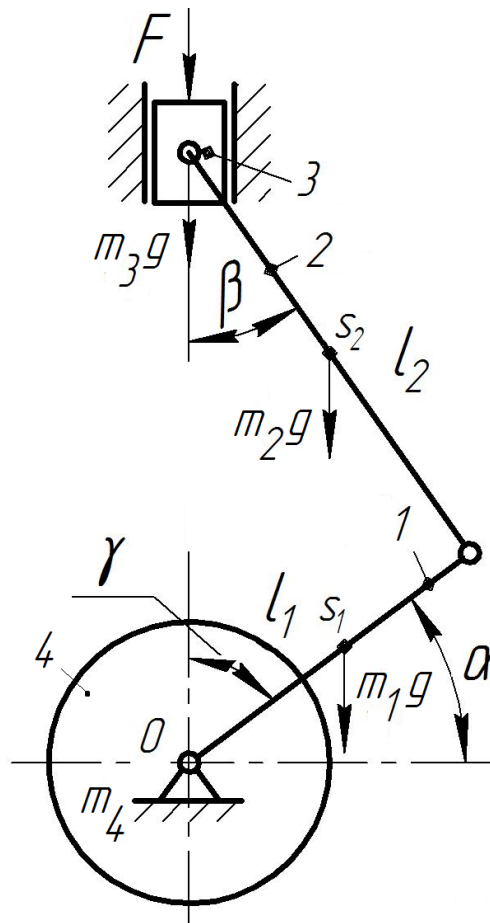


Рисунок 1 – Розрахункова схема кривошипно-шатунного механізму: m_1, m_2, m_3, m_4 – маси відповідно кривошипа, шатуна, поршня та маховика; l_1, l_2 – довжини відповідно кривошипа та шатуна; s_1, s_2 – центри мас кривошипа та шатуна; F – зовнішня сила

Кінетична енергія досліджуваного кривошипно-шатунного механізму буде:

$$T = \frac{1}{2}(J_{1O} + J_{4O})\dot{\alpha}^2 + \frac{1}{2}J_{2s_2}\dot{\phi}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{s_2}^2 + \frac{1}{2}m_3v_3^2, \quad (2)$$

де $J_{1O} = \frac{1}{3}m_1l_1^2$ – момент інерції кривошипа відносно точки повороту O ;

$J_{4O} = \frac{1}{2}m_4R^2$ – момент інерції маховика відносно точки повороту O ;

R – радіус маховика 4;

$J_{2s_2} = \frac{1}{12}m_2l_2^2$ – момент інерції шатуна відносно свого центра маса (точка s_2);

$v_{s_2} = \sqrt{\dot{x}_{s_2}^2 + \dot{y}_{s_2}^2}$ – швидкість центра мас s_2 кривошипа;

$v_3 = \dot{y}_3$ – вертикальна швидкість поршня;

$\dot{x}_{s_2} = -\frac{l_1}{2}\sin(\alpha)\dot{\alpha}$ – швидкість центра мас s_2 кривошипа по осі x ;

$\dot{y}_{s_2} = \frac{l_1}{2}\cos(\alpha)\left(2 + \frac{l_1\sin(\alpha)}{l_2\sqrt{1 - \frac{l_1^2\cos^2(\alpha)}{l_2^2}}}\right)\dot{\alpha}$ – швидкість центра мас s_2

кривошипа по осі y ;

$\dot{y}_3 = l_1\cos(\alpha)\left(1 + \frac{l_1\sin(\alpha)}{l_2\sqrt{1 - \frac{l_1^2\cos^2(\alpha)}{l_2^2}}}\right)\dot{\alpha}$;

$\dot{\phi} = \frac{l_1\sin(\alpha)}{l_2\sqrt{1 - \frac{l_1^2\cos^2(\alpha)}{l_2^2}}}\dot{\alpha}$.

Застосовуючи рівняння Лагранжа 2-го роду для розглядуваної механічної системи, отримано наступне рівняння руху в загальній формі:

$$\ddot{\alpha} \left[(J_{1O} + J_{4O}) + J_{2s_2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} \right)^2 + m_2 \left(\frac{\partial x_{s_2}}{\partial \alpha} \right)^2 + m_2 \left(\frac{\partial y_{s_2}}{\partial \alpha} \right)^2 + m_3 \left(\frac{\partial y_3}{\partial \alpha} \right)^2 \right] + \dot{\alpha}^2 \left[J_{2s_2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} \right) \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} \right) + m_2 \left(\frac{\partial x_{s_2}}{\partial \alpha} \right) \left(\frac{\partial^2 x_{s_2}}{\partial \alpha^2} \right) + m_2 \left(\frac{\partial y_{s_2}}{\partial \alpha} \right) \left(\frac{\partial^2 y_{s_2}}{\partial \alpha^2} \right) + m_3 \left(\frac{\partial y_3}{\partial \alpha} \right) \left(\frac{\partial^2 y_3}{\partial \alpha^2} \right) \right] = \quad (3)$$

$$= M_{kp}(t) - m_1 g \frac{\partial y_{s_1}}{\partial \alpha} - m_2 g \frac{\partial y_{s_2}}{\partial \alpha} - (m_3 g + F(\alpha)) \frac{\partial y_3}{\partial \alpha},$$

де $\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha}, \frac{\partial x_2}{\partial \alpha}, \frac{\partial y_2}{\partial \alpha}, \frac{\partial y_3}{\partial \alpha}, \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2}, \frac{\partial^2 x_{s_2}}{\partial \alpha^2}, \frac{\partial^2 y_{s_2}}{\partial \alpha^2}, \frac{\partial^2 y_3}{\partial \alpha^2}$ – оператори передачі руху першого та другого порядків; $M_{kp}(t)$ – крутний момент на маховику; $F(\alpha)$ – сила, що виникає в результаті впливу тиску газів на поршень і є пропорційною площі поршня та залежить від кута повороту колінчастого валу.

Література

1. Міщук Д.О. Перспективи використання просторового шарніру в якості кривошипно-шатунного механізму в двигунах внутрішнього згорання / Д.О. Міщук // Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 85-річчю заснування ХНАДУ, 85-річчю заснування автомобільного факультету та з нагоди Дня автомобіліста і дорожника: «Новітні технології в автомобілебудуванні та транспорті». – 15-16 жовтня 2015, С. 258-259. (режим доступу: http://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F_Automobile/conf/sbornik_2015_p1.pdf)
2. Гоц А.Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учеб. пособие / А.Н. Гоц. – Владимир: ВлГУ, 2014. – 142 с.
3. Крамской А.В. Математическая модель пневматического двигателя с кривошипно-шатунным механизмом / А.В. Крамской, И.Н. Кудрявцев // Автомобильный транспорт: Сб. научн. статей / ХНАДУ. – Харьков, 2008. - № 23. - С.70-75.
4. Никитина А.А. Динамическая модель кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания / А.А. Никитина // Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014: сборник научных трудов международной конференции, 27-28 сентября 2014г. – Днепропетровск, 2014. – С. 100-109. (режим доступа: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/150231>)

Пелевін Леонід Євгенійович, к.т.н., професор, Київський національний університет будівництва і архітектури
Горбатюк Євгеній Володимирович, к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури, gek_gor@i.ua
Азенко Артем Віталійович, аспірант, Київський національний університет будівництва і архітектури

АДЕКВАТНІСТЬ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАННЯХ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Вступ. В машинобудуванні розробка методів і методик прискорених стендових випробувань приводів будівельних машин дозволяє проводити більш якісне випробування будівельних машин на надійність в більш короткі строки та визначати їх працездатність. Окремою науковою задачею є розробка конструкцій стендів, які дозволяють реалізувати відповідність характеристик надійності, отриманих на стенді та в експлуатації [1].

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. На теперішній час недостатня кількість стендів для випробування на зношення робочих органів будівельних машин за важких режимів експлуатації, стримують роботи по вдосконаленню конструкцій самих машин. Необхідно створювати способи та обладнання для випробування на зношення, надійність та довговічність деталей, а також необхідне теоретичне обґрунтування вибору форсованих режимів випробування [2].

Таким чином, до цього часу не вирішені проблеми створення наукових основ теорії підвищення надійності та довговічності будівельних машин, підвищення техніко-економічного рівня, скорочення термінів їх створення та впровадження, принципів організації і наукових основ комплексних випробувань.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є підвищення надійності та довговічності будівельних машин з врахуванням випадкових процесів, які мають місце при експлуатації за рахунок розробки методів та методики прискорених стендових випробувань. Методи дозволяють систематизувати сукупність кроків, які потрібно здійснити за запропонованим алгоритмом зв'язку статистичних характеристик навантаження на основі нормального розподілу при стендових випробуваннях будівельних машин. Методики – реалізують конкретні задачі з вибором критеріїв, математичних характеристик з врахуванням спектральної густини розподілу амплітуд збурюючого зусилля із подальшим відтворенням на стенді еквівалентних навантажень при випробуваннях.

Адекватність режимів навантаження при стендових випробуваннях будівельних машин.

В процесі роботи будівельних машин виникає опір коченню коліс або гусениць, пропорційний нормальному навантаженню [3, 4].

Крім того, на машину діє збурююче зусилля від нерівностей опорної

Сила опору коченню коліс або гусениць хоч і змінює своє значення в процесі роботи машини, але на певній ділянці роботи при квазістатичному навантаженні робочого органу можна умовно вважати постійною. Отже, при моделюванні навантажень на ходову частину машини необхідно для наближення режимів навантаження до експлуатаційних одночасно відтворювати постійне навантаження, викликане опором коченню та випадкову – від мікронерівностей профілю. При конструюванні стендів таке комплексне навантаження здійснюється або опорними біговими барабанами, або опорною нескінченною стрічкою, забезпеченими укріпленими на них нерівностями. Величина постійного навантаження регулюється встановленими на приводному валу гальмівними пристроями (гальмо-генератор, гідронасос і т. п.).

- перед випробуваннями аналізують ділянку шляху, яку необхідно відтворити на стенді;
- визначають дисперсію випадкових мікронерівностей;
- розраховують спектральну густину розподілу амплітуд збурюючого зусилля;
- відтворюють на стенді гармонійне навантаження з еквівалентною частотою.

299

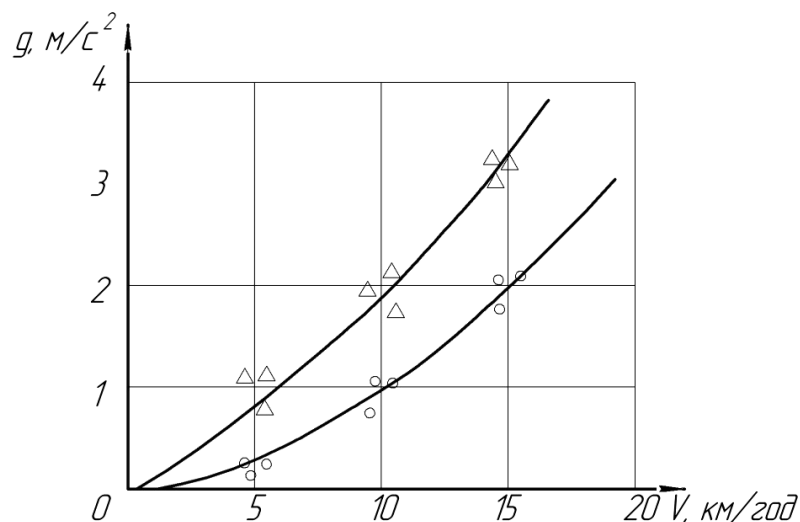


Рисунок 2 – Динамічне навантаження на будівельну машину на стенді:
О – без накладок; Δ – з накладками

Висновки. Застосування системи випробувань зменшує загальні об'єми випробувань, прискорює їх проведення, забезпечує необхідну достовірність, істотно скорочує кінцеві випробування після початку серійного виробництва, знижує втрати у споживачів від створення надійної техніки.

Встановлено, що надійність та довговічність будівельних машин в умовах взаємодії з навантаженням необхідно визначати не по аналізах надійності та довговічності окремих елементів системи, а по спільному аналізу системи та розрахунку ймовірності безвідмовної роботи в багатомірних моделях. Такий підхід відкриває нові можливості у з'ясуванні нових закономірностей процесу функціонування системи, розробці динамічних приводів машин нового покоління з підвищеною надійністю та довговічністю.

Література

1. Горобець В. Л., Бондарев О. М., Скобленко В. М. Аналіз експлуатаційної наробки несучих конструкцій рухомого складу в задачах продовження терміну його експлуатації // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. 2010. Вип. 35. С. 10–16.
2. Гайдамака А. В. Випробування на знос деталей роликопідшипників важких режимів експлуатації // Проблеми трибології. 2011. № 1. С. 19–24.
3. Шемякин С. А., Лещинский А. В. Расчет землеройных машин: учеб. пос. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. 55 с.
4. Машины для земляных работ: навч. пос. / Хмара Л. А. та ін.; за ред. Л. А. Хмари, С. В. Кравця. Рівне – Дніпропетровськ – Харків, 2010. 557 с.

Роговой Андрей Сергеевич, д.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, asrogovoy@ukr.net
Гапон Александр Анатольевич, студент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА УЧАСТКА ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ХАРЬКОВА

В последние десятилетия значительно возрос интерес к оптимизации городских условий для комфортного проживания жителей больших городов. Способствует этому две основных причины: значительный рост количества жителей в городах и соответствующий рост потребности комфортного проживания, а также рост вычислительных возможностей для моделирования микроклимата города [1], что позволяет приблизить условия проживания к надлежащему уровню. Начиная с 90-х годов прошлого века начала формироваться отдельная дисциплина, называемая городской (урбанистическая) физика [2]. К сфере интересов данной дисциплины обычно относят: изменение климата в больших и малых городах; энергетика и концентрация крупных промышленных предприятий; загрязнение воздуха в мегаполисах; безопасность; транспорт; здоровье людей, проживающих в городах. Все выделенные проблемы, изучаемые в урбанистической физике, являются взаимосвязанными. Например, оптимизация транспорта и маршрутов внутри города влияет на выбросы загрязняющих вредных веществ в атмосферу и соответственно на здоровье людей.

Одной из основных проблем, притягивающих внимание исследователей, является изменение в городском микроклимате, которое обычно называют «эффектом городского теплового города». Этот эффект начали рассматривать и фиксировать начиная с 80-х годов [3]. На сегодняшний день проведена масса исследований и этот эффект задокументирован в очень многих городах, например: Токио (Япония) [4], Сингапур (Сингапур) [5], Пекин (Китай) [6], Куала-Лумпур (Малайзия) [7], Куритиба (Бразилия) [8], Афины (Греция) [9], Аахен (Германия) [10], Рим (Италия) [11], Финикс (США) [12], и многих других по всему земному шару. Необходимо заметить, что нет ни одного известного авторам исследования для постсоветских стран.

Согласно [4-12] основными способами борьбы с проявлением теплового городского эффекта является: увеличение зеленых насаждений (50%), использование светлых цветов для покрытия крыш (29 %), использование светлых, «холодных» цветов для покрытия поверхностей дорог (21%). Естественно, что, на сегодняшний день, наилучший способ оценки проектных решений в области микроклимата города, является предварительное моделирование предлагаемых изменений в структуре насаждений и цвета покрытий крыш и фасадов, с помощью математического моделирования, что чаще всего осуществляется на основе моделирования CFD [1, 13, 14]. Для того, чтобы получить адекватные результаты необходимо при моделировании

комбинировать несколько моделей: модель течения воздуха при обтекании зданий и сооружений города, модель теплообмена с учетом солнечного излучения по времени и области нахождения Солнца, и соответственно, теней от зданий. Во многих случаях моделируют еще и выброс вредных веществ в атмосферу, что может менять тепловой баланс в городе, в связи с возникновением эффекта «теплицы». Эти задачи являются довольно сложными, и зачастую требуют нестационарного расчета на сетках с достаточно большим количеством элементов, что, в свою очередь требует значительных ресурсов компьютерной техники.

Учитывая все рекомендации по построению расчетной области в данной работе была создана сеточная модель исследуемого участка в г. Харьков (рис. 1).

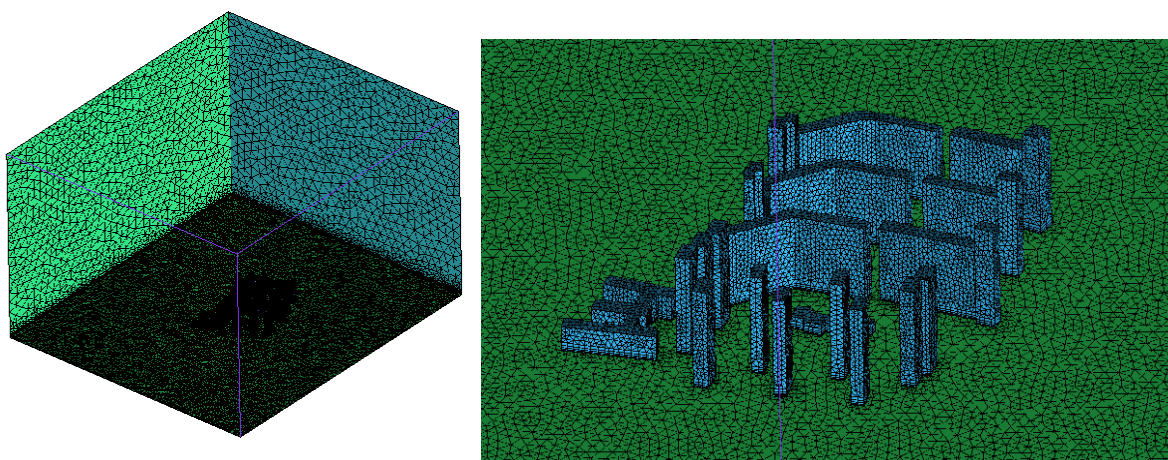


Рисунок 1 – Сеточная модель исследуемого участка городской застройки

Численная реализация представленной математической модели произведена в пакете прикладных программ OpenFoam. Течение жидкости (в данном случае воздух) рассматривалось как течение сжимаемой жидкости в нестационарной постановке. Использовался стандартный солвер пакета на основе метода контрольных объемов. Вычисления продолжались до обеспечения двух условий: достижение установленных значений невязок и значения расходов переставали меняться, или переставали меняться амплитуды и частоты колебаний расхода. Решение находилось в несколько этапов с последовательным переходом к более мелким сеткам. На первом этапе использовалась сетка с 500000 элементов.

На рис. 2 приведены результаты расчета температуры поверхности Земли исследуемой области в 18.00 (Солнце светит на рисунке снизу, интенсивность солнечного излучения 300 Вт/м^2). Здесь можно наблюдать повышение температуры поверхности в области попадания солнечных лучей, и, наоборот, уменьшение температуры в области тени.

На рис. 3 показано влияние солнечного излучения на нагрев зданий. Все графики приведены с одной шкалой изменения температуры. На рис. 31

приведено распределение векторов скорости воздуха в рассматриваемой области на высоте 1,8 м.

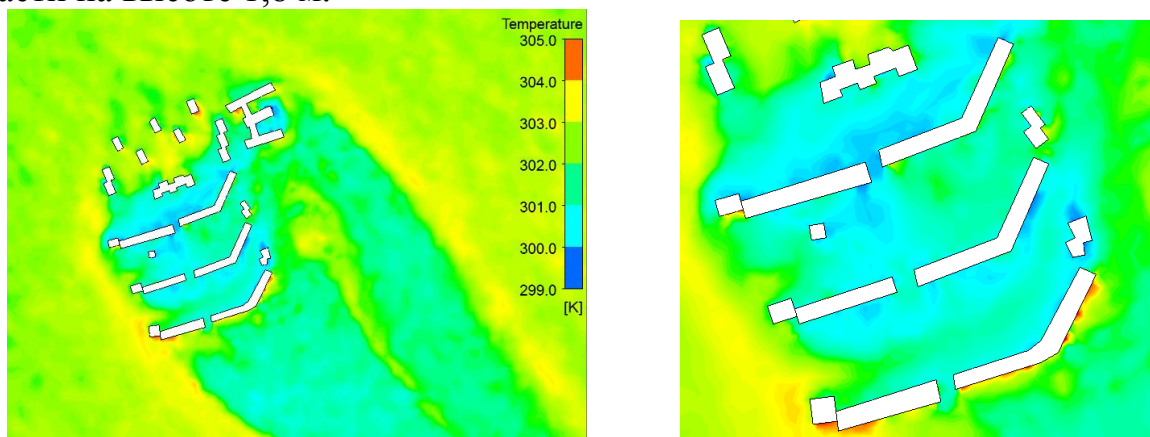


Рисунок 2 – Распределение температуры в вечернее время

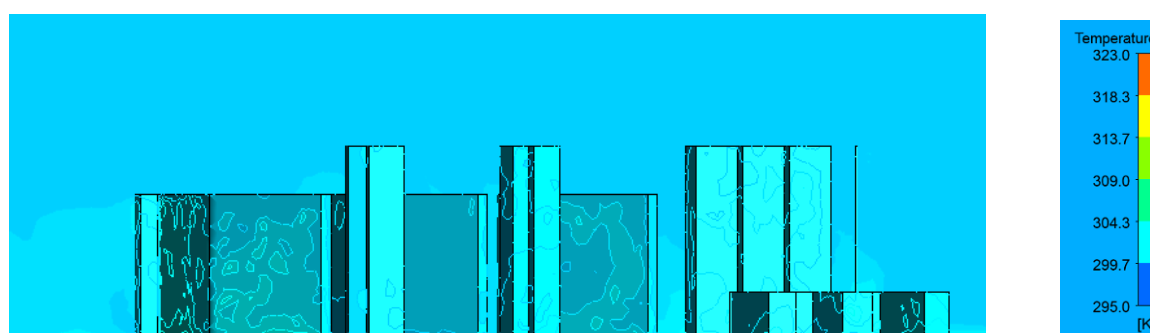


Рисунок 3 – Нагрев зданий с учетом солнечного излучения в 18.00

В работе на основе математического моделирования путем решения RANS уравнений, уравнений теплопереноса с учетом солнечной радиации, исследовано проявления эффекта «теплового городского острова» на примере участка городской застройки города Харькова. Получены картины изменения температуры воздуха в различное время в течение суток. Получено подтверждения наличия эффекта в Харькове, величина повышения температуры, по сравнению с сельской местностью, составляет примерно 2..4 °С возле многоэтажных зданий.

Произведено сравнение распределения температуры в рассматриваемом участке с учетом и без учета солнечной радиации. Получено, что учет солнечной радиации значительно влияет на перераспределение температуры в рамках городской застройки, что позволило рассчитать температуру радиационного нагрева крыш, стен зданий и дорожного покрытия. Так, температура дорожного покрытия превышает температуру, рассчитанную без учета солнечной радиации, на величину более 25 °С.

Литература

1. A.Rogovyi. Use of detached-eddy simulation method (DES) in calculations

- of the swirled flows in vortex apparatuses /A.Rogovyi// Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa. – 2016. – Vol. 16, No 3. – P. 57-62.
2. Blocken B. Computational Fluid Dynamics for urban physics: Importance, scales, possibilities, limitations and ten tips and tricks towards accurate and reliable simulations / B. Blocken //Building and Environment. – 2015. – V. 91. – P. 219-245.
 3. Landsberg H. E. The urban climate. – Academic press, 1981.
 4. Ashie Y. Numerical simulation of urban heat island in a ten-kilometer square area of central Tokyo / Ashie, Y., Tokairin, T., Kono, T., & Takahashi, K. //Annual report of the earth simulator center April. – 2006. – C. 45-48.
 5. Priyadarsini R. Microclimatic modeling of the urban thermal environment of Singapore to mitigate urban heat island / Priyadarsini R., Hien W. N., David C. K. W. //Solar energy. – 2008. – V. 82. – №. 8. – P. 727-745.
 6. Liu Y. S. Study on micro-atmospheric environment by coupling large eddy simulation with mesoscale model / Liu, Y. S., Miao, S. G., Zhang, C. L., Cui, G. X., & Zhang, Z. S. //Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2012. – V. 107. – P. 106-117.
 7. Shahidan M. F. An evaluation of outdoor and building environment cooling achieved through combination modification of trees with ground materials / Shahidan, M. F., Jones, P. J., Gwilliam, J., & Salleh, E. //Building and Environment. – 2012. – V. 58. – P. 245-257.
 8. Krüger E. L. Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil / Krüger E. L., Minella F. O., Rasia F. //Building and Environment. – 2011. – V. 46. – №. 3. – P. 621-634.
 9. Gaitani N. Improving the microclimate in urban areas: a case study in the centre of Athens / Gaitani, N., Spanou, A., Saliari, M., Synnefa, A., Vassilakopoulou, K., Papadopoulou, K., Lagoudaki, A. //Building Services Engineering Research and Technology. – 2011. – V. 32. – №. 1. – P. 53-71.
 10. Maras I. Investigating public places and impacts of heat stress in the city of Aachen, Germany /Maras, I., Buttstädt, M., Hahmann, J., Hofmeister, H., Schneider, //DIE ERDE–Journal of the Geographical Society of Berlin. – 2014. – V. 144. – №. 3-4. – P. 290-303.
 11. Carnielo E. Optical and thermal characterisation of cool asphalts to mitigate urban temperatures and building cooling demand / Carnielo E., Zinzi M. //Building and Environment. – 2013. – V. 60. – P. 56-65.
 12. Hedquist B. C. Seasonal variability of temperatures and outdoor human comfort in Phoenix, Arizona, USA / Hedquist B. C., Brazel A. J. //Building and Environment. – 2014. – V 72. – P. 377-388.
 13. A.S. Rogovyi. Comparative Analysis Of Performance Characteristics Of Jet Vortex Type Superchargers / A.S. Rogovyi, Ye. Voronova //Автомобильный транспорт. – 2016.– Вып. 38. С. 93–98.
 14. Rogovyi A. Energy performances of the vortex chamber supercharger / A.Rogovyi. // Energy – № 163. – 2018. – pp. 52-60.

Сахно Володимир Прохорович, д.т.н., професор, Національний транспортний університет, syp_40@ukr.net

Поляков Віктор Михайлович, к.т.н., доцент, Національний транспортний університет

Омельницький Олег Євгенович, аспірант, Національний транспортний університет

МАНЕВРЕНІСТЬ ТРИЛАНКОВОГО МЕТРОБУСА

"Швидкісний автобусний транспорт" (Bus Rapid Transport, BRT) або метробус – так називають складну систему автобусного руху, яка має свої, окремі від основного транспорту, полоси руху на вулицях міста. У цій системі використовуються автобусні станції, а не зупинки. Станції обладнані білетними касами та турнікетами, конструктивна особливість яких дозволяє пасажиром платити за проїзд до посадки. Це дозволяє здійснити швидку, упорядковану посадку, аналогічну метро або рельсовому транспорту [1].

Ця система має ряд незаперечних переваг [1]:

- висока пасажиромісткість поряд з ефективними платіжними системами забезпечують недорогий проїзд;

- висока швидкість руху дозволяє метробусу перевезти велику частку пасажиропотоку, що сприяє зменшенню кількості автобусів на дорогах міста і, відповідно, зменшення викидів відпрацьованих газів;

- висока інформативність пасажирів про розклад рук.

Така система пропонується у м. Києві для перевезень пасажирів зі спальних районів у центр міста. Вартість такої системи на порядок нижча вартості метро, при тому що для метробуса будується своя окрема смуга руху. Ширина такої смуги руху тісно пов'язана з маневреністю метробуса.

У роботі [2] визначені показники маневреності триланкового метробуса на жорстких у бічному напрямку колесах, що можуть відрізнятися від показників маневреності метробуса на еластичних у бічному напрямку колесах. Метою роботи є визначення показників маневреності триланкового метробуса на еластичних у бічному напрямку колесах.

У роботі [3] отримані рівняння плоскопаралельного руху триланкового метробуса на еластичних у бічному напрямку колесах, які записані у вигляді:

$$\begin{aligned}m(\dot{u} + v\omega) &= Y_1 \cos \theta_1 + Y_2 + YA - YB \cos \gamma_1 + XB \sin \gamma_1; \\I\dot{\omega} &= aYA - b(Y_2 \cos \theta_1 + X_2 \sin \theta_1) + cYB \cos \gamma_1 + M_1 + M_2; \\I_1\dot{\omega}_1 &= -YA\lambda \cos \theta + XA\lambda \sin \theta - M_1 = 0; \\I_2\dot{\omega}_2 &= d_1YB - b_1Y_3 - b_{11}Y_{31} + c_1YC - M_3; \\I_3\dot{\omega}_3 &= d_2YC - b_{21}Y_{41} - b_{22}(Y_{42} \cos \theta_{32} + X_{42} \sin \theta_{32}) + M_2 - M_3;\end{aligned}\tag{1}$$

У записаних рівняннях прийняті такі позначення:

$v, u, \omega; v_1, u_1, \omega_1; v_2, u_2, \omega_2; v_3, u_3, \omega_3; v_4, u_4, \omega_4; v_2, u_2, \omega_2$; – поздовжня, поперечна складова і кутова швидкості центру мас автобуса;

λ (λ) – винос керованого колеса автобуса; керуючого колісного модуля автобуса; першого причепа; керуючого колісного модуля другого причепа; другого причепа;

a ; b – відстань від центру мас автобуса до точок кріплення передньої (керованої) осі й його середньої осі (у разі тривісного

c – відстань від центра мас автобуса до передньої осі першого причепа;

$d1$ – відстань від центра мас першого причепа (другої ланки) до точки зчипки з автобусом;

$d2$ – відстань від центра мас другого причепа (третьої ланки) до точки зчипки з першим причепом;

m , J ; $m1$, $J1$; $m2$, $J2$; $m3$, $J3$; $m4$, $J4$ – маса й центральний момент інерції автобуса; керуючого колісного модуля автобуса; першого причепа; керуючого колісного модуля другого причепа; другого причепа;

V – прискорення в поздовжньому напрямку;

$X1$, $X2i$, $X3i$, $X4i$ – поздовжні сили на колесах осей автопоїзда.

$M1$, $M2$, $M3$ – моменти опору повороту ланок автопоїзда.

Після розкриття усіх змінних інтегрування вихідної системи рівнянь здійснено за допомогою програмного забезпечення Maple. При цьому кожний з режимів моделювався тим чи іншим законом повороту рульового колеса тягача.

За колового руху метробуса задавалися кути повороту керованих коліс автобуса і другого причепа, а також швидкість руху автопоїзда і знаходилися траєкторії руху центра мас автобуса, рис. 1, за якими у подальшому будувалася габаритна смуга руху метробуса, рис. 2.

За результатами проведених досліджень зроблені наступні висновки:

- при односторонньому повороті траєкторії причіпних ланок зміщуються по відношенню до траєкторії автобуса до центра повороту, збільшуючи при цьому габаритну смугу руху, причому зміщення траєкторій і габаритної смуги руху збільшуються зі збільшення бази причепів;

- нормоване значення габаритної смуги руху за реальних конструктивних параметрів триланкового метробуса з урахування усіх його можливих обмежень (бази автобуса, розташування точок зчеплення, бази причепа тощо) може забезпечити триланковий метробус, як з некерованим, так і керованим другим причепом;

- урахування бічного відведення шин коліс метробуса зменшує габаритну смугу руху метробуса на еластичних у бічному напрямку колесах у порівнянні з метробусом на жорстких у бічному напрямку колесах. Так, габаритна смуга руху при русі коловою траєкторією автопоїзда з керованим другим причепом складає 6,58 м, а з некерованим – 6,73 м, що на 7,65 і 5,21%% відповідно менше, чим для метробуса на жорстких у бічному напрямку колесах;

- наявність керованого причепа показує на досить складні залежності кутів складання від кута повороту керованих коліс автобуса, проте за обраного передаточного відношення приводу управління значно зменшується зміщення траєкторії другого причепа щодо траєкторії автобуса, що дозволить зменшити

ширину смуги руху для метробуса на поворотах.

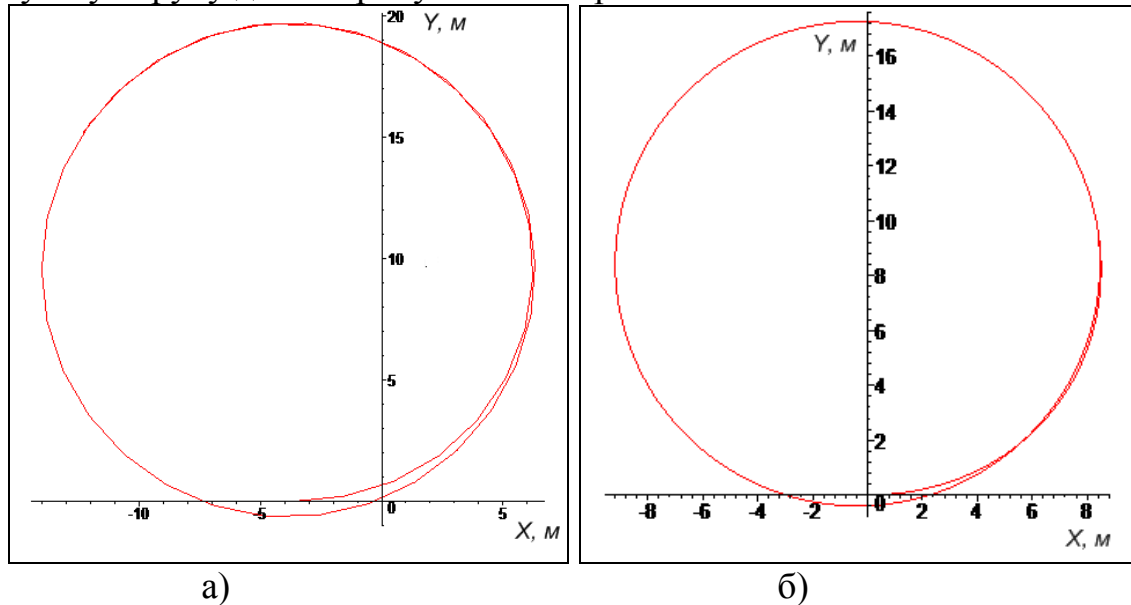


Рисунок 1 - Траєкторії центра мас автобуса з другим некерованим причепом (а) і другим керованим причепом (б) за швидкості 5 м/с

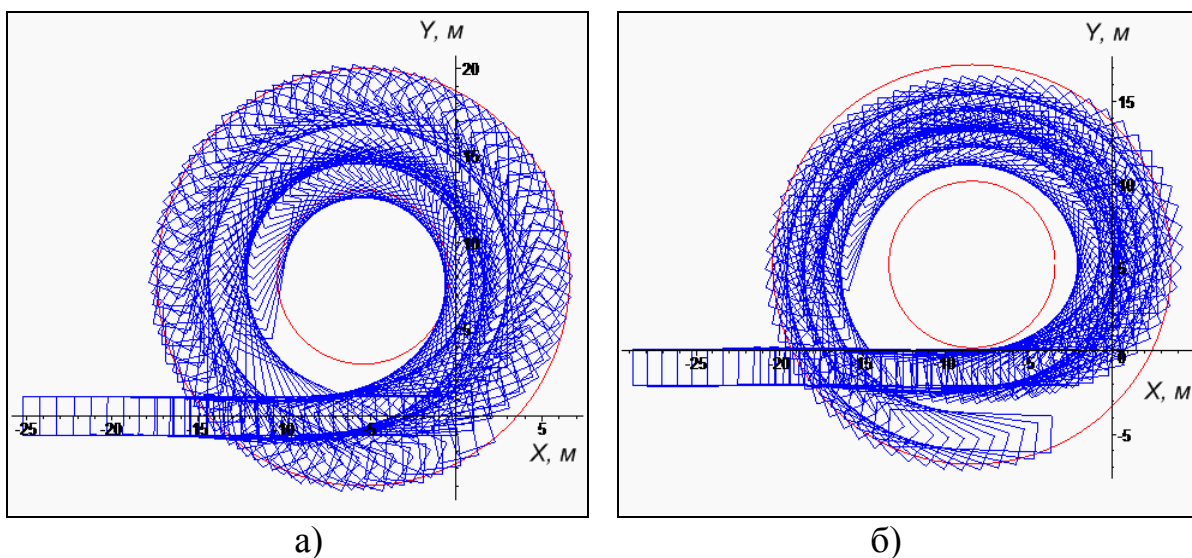


Рисунок 2 – Габаритна смуга руху метробуса з другим некерованим причепом (а) і другим керованим причепом (б) за швидкості 5 м/с

Література

- 1.[Електронний ресурс] – Ресурс доступу <https://econet.ru/articles/4435-metrobus-ili-povaya-sistema-avtobusnogo-dvizheniya>.
- 2.Сахно В.П. Маневреність метробусів/В.П.Сахно, В.В.Біліченко,В.М.Поляков, О.Є.Омельницький //Вісник машинобудування та транспорту. Науковий журнал. Вінницький національний технічний університет, №4 (8), 2018.-С.8-12.
3. Сахно В.П. Рівняння руху моделі чотириланкового причіпного автопоїзда /В.П.Сахно, В.Г.Вербицький, А.Є.Бондаренко, О.А.Енглезі // Автошляховик України. Окремий випуск. Вісник ПНЦ ТАУ. –2007. Окремий випуск №10. С.23-28.

Сеначин Павел Кондратьевич, д.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, senachinpk@mail.ru

Сеначин Андрей Павлович, к.т.н., Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Самарин Александр Викторович, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

ДИНАМИКА РАСПЫЛЕННОЙ ТОПЛИВНОЙ СТРУИ ДИЗЕЛЯ С СИСТЕМОЙ COMMON RAIL ПРИ ДВУХФАЗНОМ ВПРЫСКЕ

Для обеспечения эффективной организации рабочего процесса дизеля необходимо обеспечить согласование параметров впрыснутой под давлением распыленной топливной струи (РТС) с характерными размерами камеры сгорания открытого типа. Для дизелей с открытой камерой сгорания, работающих с системами впрыска высокого давления типа Common Rail, имеющиеся в настоящее время эмпирические формулы, описывающие динамику нестационарной РТС, дают недостаточную точность или практически непригодны [1-3].

В данной работе предлагается упрощенная неэмпирическая **математическая модель** нестационарной РТС при реализации двухфазного впрыска топлива. В этой модели, основанной на динамике материальной точки переменной массы, предполагается раздельное описание РТС (или двух РТС) на различных этапах динамики их продвижения до момента отрыва от сопла форсунки ($t \leq \tau$) и после отрыва ($t > \tau$) [4, 5].

Геометрически РТС представляется в виде усеченного конуса с неизменным углом раскрытия 2β . Вершина конуса располагается внутри соплового канала на глубине $h = (d_0/2)/\operatorname{tg}\beta$, а начало координат – на оси РТС на срезе сопла (рис. 1).

РТС, впрыснутая в рабочий объем, представляется **изотермическим телом переменной массы** - материальной точкой с текущей координатой центра масс Z (находящейся на оси факела), движущейся с переменной скоростью W в результате импульса I_f , получаемого с впрыснутым форсункой

топливом $I_f = m_f w_0 = \rho_f S_0 w_0^2 t$, где m_f, ρ_f - масса и плотность жидкого

топлива, $w_0 = \sqrt{2(p_f - p)/\rho_f}$ - скорость топлива на выходе из сопла, p_f, p -

давление в сопле и наружное давление в камере сгорания, $S_0 = \pi d_0^2/4$ - сечение сопла, d_0 - диаметр сопла, t - время. Координата центра масс РТС Z , при заданной геометрии (рис. 1), определяются уравнением

$$m_{st} Z = m_f Z_f + m_{air} Z_{air}, \quad m_{st} = m_f + m_{air},$$

где Z_f, Z_{air} - координаты центра масс капель жидкого топлива и вовлеченного

в движение воздуха соответственно; m_{st} - масса РТС; m_{air} - масса воздуха вовлеченного в движение.

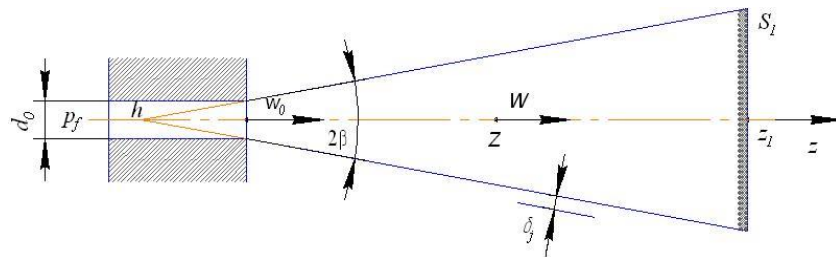


Рисунок 1 – Геометрическая модель нестационарной РТС дизеля

2. Система уравнений динамики РТС-1

Примем следующие обозначения: Z, z_1, z_2 - координаты центра масс струи, передней и задней границы; W, w_1, w_2 - скорость центра масс струи, передней и задней границы; $R_f = \rho_f / (K_{air} \rho_{air})$ - реальное отношение плотностей; ρ_{air} - плотность воздуха; K_{air} - массовая доля вовлеченного в движение воздуха от всего воздуха в струе.

Таким образом, для одиночной РТС-1 имеем систему уравнений до отрыва струи от сопла ($0 < t \leq \tau_1$) при параметре распределения топлива по длине струи $n = 1$ (учитывается неравномерность распределения):

- скорости фронта струи;
- ускорения центра масс;
- координаты центра масс;
- координаты фронта струи.

После отрыва от сопла для РТС-1 ($\tau_1 < t \leq t_2$) система дополняется уравнением скорости задней границы. На рисунке 2 приведена динамика РТС-1.

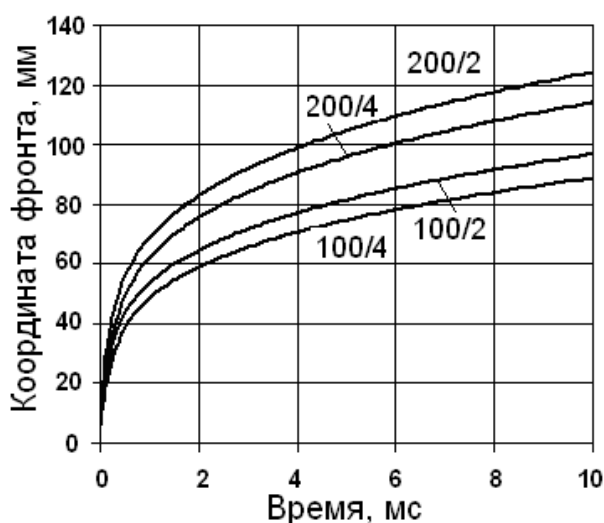


Рисунок 2 – Динамика координаты фронта РТС-1 при давлении впрыска топлива 100 и 200 МПа и противодавлении 2 и 4 МПа

1. Сценарий двухфазного впрыска топлива в дизеле

Будем рассматривать следующий сценарий двухфазного впрыска топлива в дизеле в виде последующих этапов: (рис. 3):

- 1) впрыск первой (запальной) порции топлива РТС-1 ($0 < t \leq \tau_1$);
- 2) движение РТС-1 в виде сформировавшегося усеченного конуса после окончания впрыска до момента начала впрыска РТС-2 ($\tau_1 < t \leq t_2$);
- 3) продолжение движения РТС-1, начавшийся основной впрыск и движение РТС-2 в шлейфе первой струи до момента слияния струй при продолжающемся впрыске топлива ($t_2 < t \leq t_{meet}$);
- 4) слияние РТС-1 и РТС-2 в единую струю РТС-12 и ее движение до момента окончания впрыска топлива ($t_{meet} < t \leq t_2 + \tau_2$);
- 5) движение объединенной струи РТС-12 после окончания впрыска топлива ($t_2 + \tau_2 < t \leq t_{min}$), которое ограничивается минимальной задаваемой скоростью струи ($t = t_{min}$).

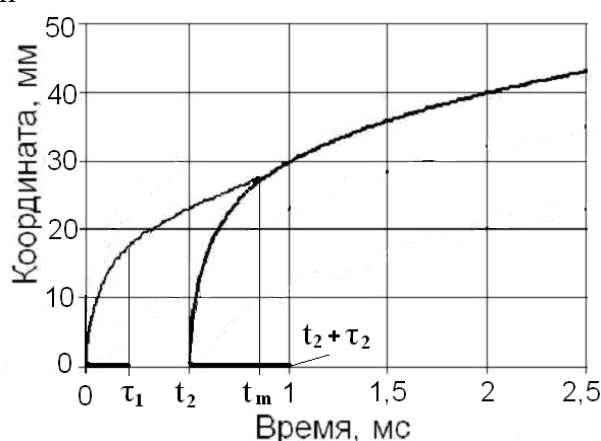


Рисунок 3 – Динамика двухфазного впрыска топлива в дизеле (координата фронта): τ_1, τ_2 - длительность впрыска топлива, t_2 - начало впрыска второй порции топлива, $t_m = t_{meet}$ - момент встречи и объединения струй

Литература

1. Кавтарадзе Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы: Учебник для вузов. - М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 720 с.
2. Крупский М. Г. Расчет геометрических параметров струи топлива при впрыске в камеру сгорания дизеля / М. Г. Крупский, В. Ю. Рудаков // Двигателестроение. – 2008. - № 1(231). – С. 24-25.
3. Рудаков В. Ю. Особенности развития топливной струи при двухфазном впрыске // Двигателестроение. – 2011. - № 1(243). – С. 9-11.
4. Динамика распыленной струи дизеля / А. В. Самарин, С. П. Кулманаков, С. В. Яковлев, П. К. Сеначин П.К. // Ползуновский альманах. – 2017. - № 3. Т. 1. – С. 18-23.
5. Моделирование динамики нестационарной распыленной струи в ограниченном объеме / А. В. Самарин, С. А. Ульрих, С. В. Яковлев, П. К. Сеначин // Ползуновский вестник. – 2016. - № 4. Т. 2. – С. 143-148.

Сологуб Богдан Володимирович, к.т.н., доцент, Національний університет
“Львівська політехніка”, bohdan.solohub@gmail.com

Данило Ярослав Ярославович, ст.викладач, Національний університет
“Львівська політехніка”

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ КАНАТНИХ ДОРІГ

Пасажирські канатні дороги широко використовуються для оснащення гірськолижних комплексів та зон відпочинку в гірських умовах. Актуальність питань проектування пасажирських канатних доріг та оцінки їх надійності в Україні обумовлюється проблемою недостатнього забезпечення гірськолижних схилів відповідним обладнанням, активним застосуванням канатних доріг, що були в експлуатації, відсутністю нормативної бази, що регулювали би питання проектування, обстеження, повторного встановлення та експлуатації даних доріг.

За останні роки значно зросла їх кількість у регіонах Карпат. Їх експлуатація підвищує комфортність відпочиваючих і приносить значні прибутки. Однак першочерговим завданням є забезпечення безпеки роботи витягів та вибір оптимальних параметрів, які дозволять досягти довговічності основних елементів.

Проектування таких систем є складними багатоваріантними задачами, особливість яких полягає в значній зміні зовнішніх факторів, що визначаються рельєфними умовами та особливостями виробництва, а також геометричними параметрами і технологічними вимогами, що ставляться до систем.

Дослідженням та проектуванням таких систем завжди приділялась значна увага. Для розробки нових механізмів чи устаткувань необхідно вибрати раціональні схеми запропонованих варіантів, встановити зв'язки між окремими елементами системи, визначити зовнішні сили, що діють на систему, а також закономірності взаємодії окремих елементів між собою.

В залежності від того, проектується принципово нова чи вдосконалюється існуюча конструкція системи по різному ставляться та розв'язуються задачі синтезу. Процедури структурного і параметричного синтезів, як правило здійснюють незалежно. Однак такий підхід не дає можливості комплексно оцінити нову конструкцію, оскільки якісні характеристики виявляють себе тільки при розгляді її на рівні конструктивних параметрів. Тільки об'єднання процедур структурного та параметричного синтезів дасть можливість комплексно оцінити альтернативні варіанти канатних доріг і обрати найефективніший для подальшого конструювання та впровадження. Цього можна досягти на основі функціонально-модульного принципу.

Такий підхід дозволить значно знизити витрати на проектування нових канатних систем, враховуючи умови експлуатації і модернізацію існуючих, а також забезпечить зниження витрат на експлуатацію та виконання монтажно – демонтажних робіт.

ЗАДАЧА ОБ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Введение. Строительство автомобильных магистралей нового поколения подразумевает увеличение средней скорости передвижения и повышение мер безопасности движения на них. В этой связи особую актуальность приобретает изучение аэродинамики обтекания автотранспортных средств, формируемой под воздействием метеорологических условий вблизи автомагистралей, розы ветров, интенсивности движения и качества аэропланирования местности, прилегающей к автомагистрали.

Экспериментальные зарубежные исследования еще в 80-х годах показали важность учета и снижения боковых порывов ветра на автомагистрали для повышения безопасности движения. Так, в [1] показано, что при возникновении порыва ветра $\Delta u = 10 \text{ м/с}$ на сухом дорожном покрытии с нормированной силой сцепления боковой увод малолитражного легкового автомобиля на скорости 90 км/час может составить до 2 м за время около 2 сек. Поэтому актуальными являются вопросы аэродинамического взаимодействия встречных транспортных средств, особенностей формирования следа, особенно в связи с переходом Украины на новые нормы относительно ширины проезжей части автодорог различных категорий.

Постановка задачи. Ниже предлагается модель аэродинамического взаимодействия транспортных потоков на примере фрагмента транспортной магистрали, проекция которого на горизонтальную плоскость показана на рис.1. Фрагмент содержит подобласти OA_1B_1O и OA_2B_2O , которые движутся, и области $A_2A_3B_2B_3$ и $A_0A_1B_0B_1$, которые моделируют пространства обочин. Считаем данный фрагмент представительным с точки зрения определяющего влияния его элементов на состояние атмосферы в пространстве автодороги. Течение атмосферного воздуха моделируется численно на основе нестационарных уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу, с замыканием подходящей моделью турбулентности [2]. Атмосферная среда может быть описана, как смесь газов постоянной плотности [3]. Ставится задача об определении основных газодинамических параметров атмосферного следа: давления, компонент скорости среды, а также параметров примеси на участке транспортной магистрали в переменных Эйлера при наличии движущихся транспортных средств.

В системе отсчета неподвижного наблюдателя сеточные пространства подобластей 1 и 2 с наборами движущихся транспортных средств скользят относительно друг друга в воздушной среде, которая увлекается ими вследствие аэродинамического взаимодействия.

Течения в каждой из подобластей OA_1B_1O и OA_2B_2O описываются в

подвижных системах отсчета и являются относительными. В этих системах отсчета транспортные средства групп являются неподвижными, однако воздушная среда, поверхности дорожного покрытия и возможные неподвижные объекты на обочинах движутся с противоположными скоростями.

Постановка граничных условий для каждой подобласти вдоль поверхности 0-0, A1B1, A2B2 основывается на пересчете векторов потоков газодинамических величин из одной системы отсчета в другую. Область периодичности может иметь произвольную длину и включать произвольное количество участников движения.

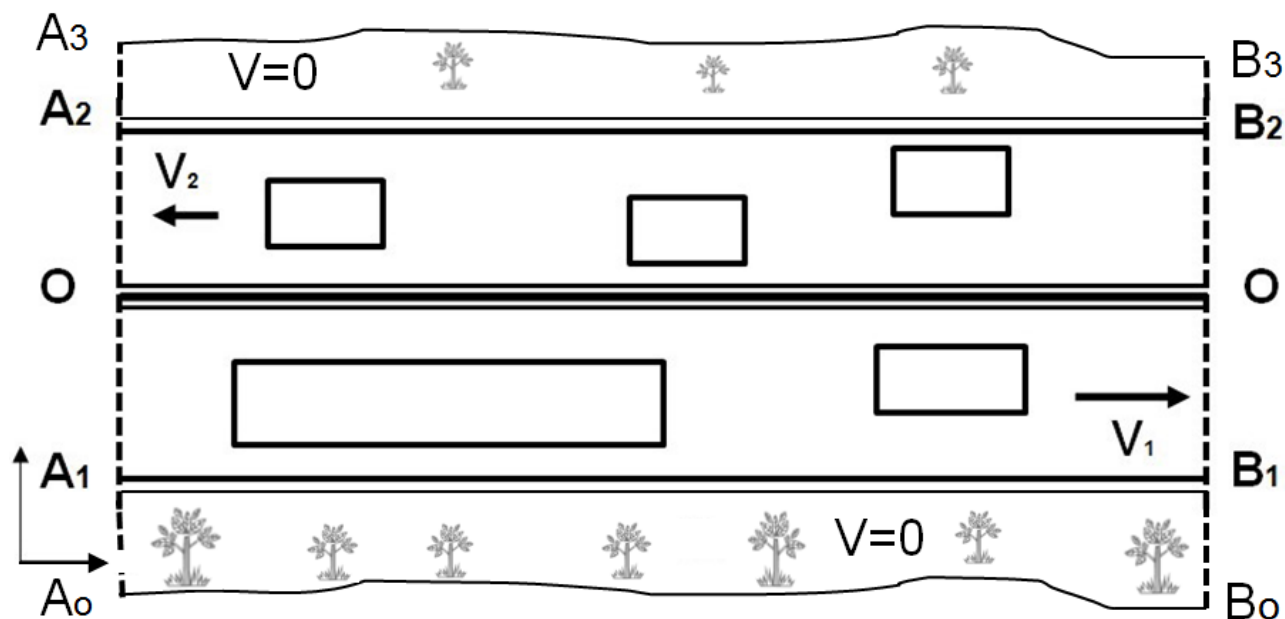


Рисунок 1 – Расчетная область

На данную постановку задачи накладываются ограничения. В частности, участок дороги считается прямолинейным, транспортные средства внутри подобластей не маневрируют, движутся со скоростью движения подобластей. На границах всей области (рис.1) вдоль линии движения предполагается ее продолжение периодически, в пренебрежении влиянием возможных неперiodических внешних элементов движения, особенностей рельефа, внешних атмосферных условий и возмущений. Вторым вариантом продолжения может быть, например, равенство нулю производных от газодинамических параметров на границах A1A2, B1B2, A2A3, B2B3, A0A1, B0B1.

Рассмотрим пример первого варианта для случая двухполосного движения. Пусть первая сторона фрагмента содержит n_1 элементов движения, вторая сторона – n_2 элементов движения. Рассматриваем равномерное движение элементов с постоянной скоростью и без обгонов. В абсолютной системе отсчета, связанной с неподвижным полотном дороги, первая группа движется со скоростью v_1 , вторая группа – со скоростью v_2 относительно неподвижного наблюдателя на обочине. Направления и величины скоростей групп произвольны, расстояния между элементами в группах заданы произвольно, размеры и конфигурация элементов также произвольны и

определяются целями исследования и возможностями вычислительной техники.

Обсуждение результатов. Для демонстрации постановки ниже рассматриваются примеры аэродинамического взаимодействия пар пассажирских и легковых автомобилей во встречном движении. Для автобусов (рис.2) размеры области погружения $60 \times 12 \times 12 \text{ м}^3$, размеры каждого транспорта $10 \times 3 \times 3 \text{ м}^3$. В случае легковых автомобилей (рис.3) размеры области погружения меньше - $16 \times 7 \times 6 \text{ м}^3$, размеры каждого автомобиля $4 \times 2 \times 1.5 \text{ м}^3$. Транспортные средства моделируются без колес и двигаются в первом случае на высоте 1м, во втором случае - 0.15м от дорожного полотна; расстояния между автомобилями в первом случае 3м, во втором случае - 5м. Каждый автомобиль обтягивается экспоненциально сгущаемой сеткой для моделирования пограничного слоя, на дорожном покрытии также моделируется пограничный слой. Для расчета задается скорость каждой подобласти 16м/с и выполняется стационарный расчет. Далее применяется алгоритм нестационарного расчета, разработанный автором применительно к аэродинамическому взаимодействию взаимно движущихся решеток турбинной ступени [4].

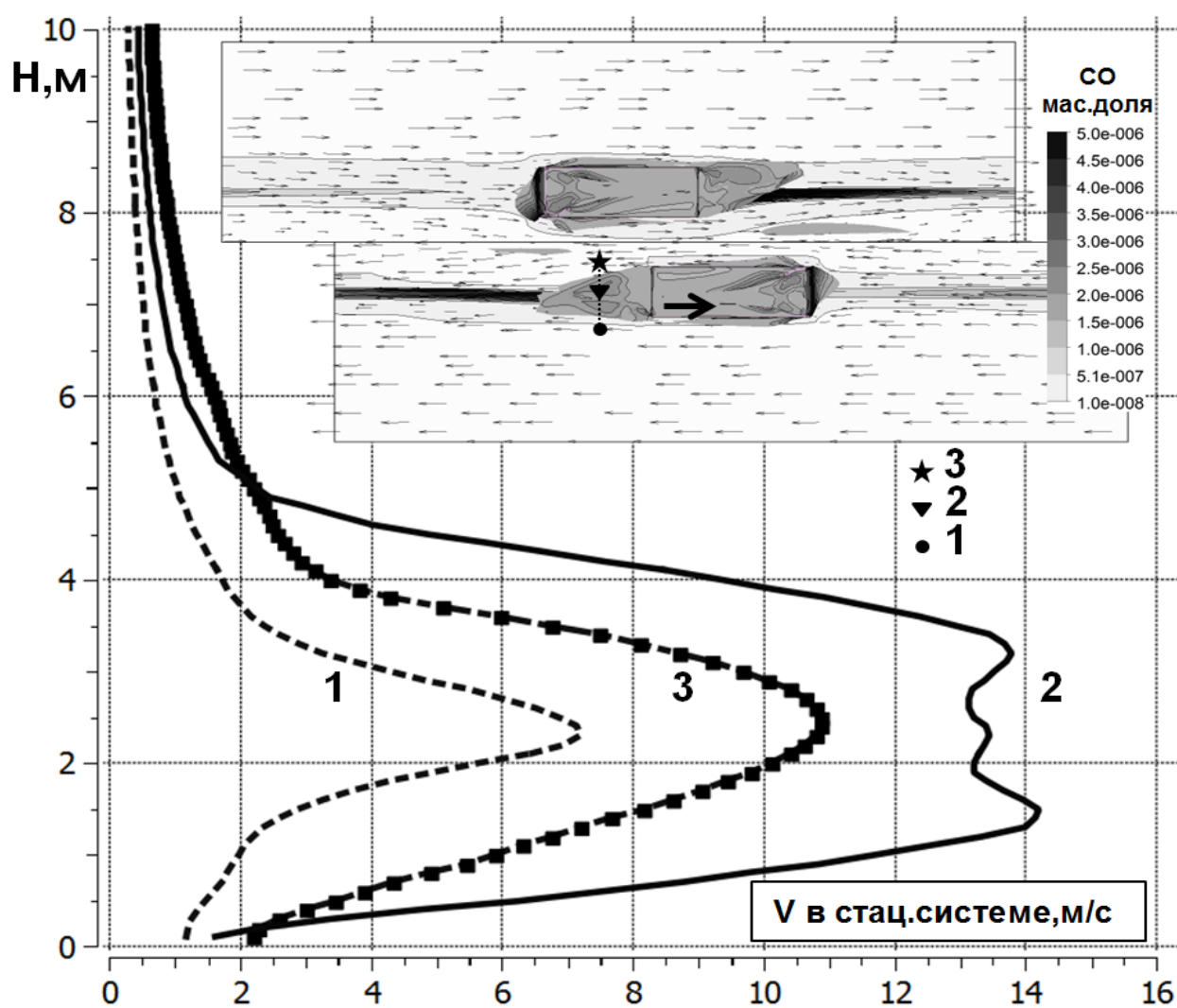


Рисунок 2 – Аэродинамическое взаимодействие двух автобусов

Для аккуратного моделирования следа за автомобилем, его турбулентных характеристик, развитой диффузии примеси выхлопа, сетка, наполняющая пространство каждой подобласти, должна быть достаточно мелкой. Нестационарный расчет при этом вынужденно реализуется мелким временным шагом, что вызывает повышенные требования к вычислительной системе. В демонстрационных примерах применялись сетки среднего уровня и расходы выделения CO из оценочных данных [5].

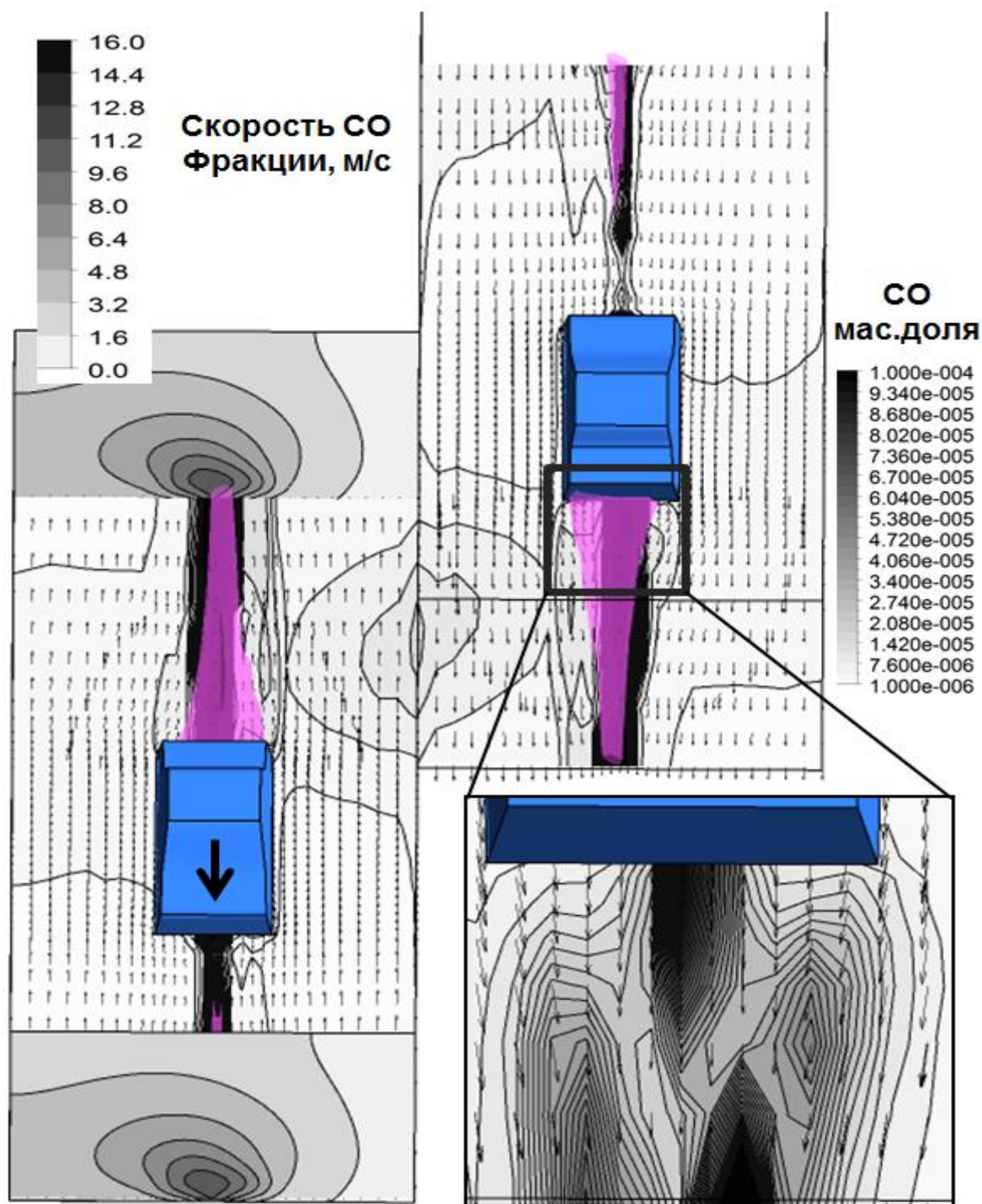


Рисунок 3 – Аэродинамическое взаимодействие двух легковых автомобилей

На рис.2 для случая встречного движения автобусов представлены изолинии скорости массовой доли СО в неподвижной системе отсчета, линии уровня массовой доли СО, а также поверхность уровня скорости воздуха со значением 14м/с. Для неподвижного наблюдателя нижний на рисунке автобус движется вправо, что эквивалентно движению воздушной среды влево. За автобусом представлены распределения скорости воздуха в стационарной системе отсчета по краям и в центре следа. Наибольшее значение скорости регистрируется в центре следа, также отмечается увеличение скорости между автобусами за счет сужения канала, скорость с внешней стороны автобуса низкая и падает до нуля на обочине автодороги. Аналогичный сценарий представлен на рис.3, где показаны изолинии скорости фракции СО, выделяемой выхлопом легкового автомобиля в неподвижной системе отсчета, линии уровня массовой доли СО и поверхность уровня массовой доли СО со значением 5×10^{-6} . Векторы скорости воздушной среды даны в подвижных системах отсчета, связанных с автомобилями. Нестационарное течение в примерах усреднено среднеквадратично по нескольким картинам течения каждого случая.

Выводы. Предложена численная модель аэродинамического взаимодействия транспортных средств в условиях движения по прямолинейному участку автодороги, в тоннелях, допускающая произвольное количество транспортных средств в каждой подобласти, произвольную периодически повторяющуюся конфигурацию растительности на обочинах. Модель может использоваться для прогноза распространения компонентов выхлопа в придорожном пространстве, параметров силового взаимодействия кузовов.

Работа финансировалась МОН Украины.

Литература

1. Emmelmann H.J. Technologien für Sicherheit im Strassenverkehr, Einfluss der Luftkräfte auf Fahrdynamik, Unfalltrachtige Fahrsituationen. –S.308-311, TÜV Rheinland GmbH, Köln, 1986.
2. Солодов В.Г. Моделирование турбулентных течений. Расчет больших вихрей. Харків, вид-во ХНАДУ, 2011. - 167с
3. Варгафтик В.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972. -720с.
4. Солодов В.Г. Научно-прикладной программный комплекс MTFs® для расчета трехмерных вязких турбулентных течений жидкостей и газов в областях произвольной формы. / В.Г.Солодов, Ю.В.Стародубцев / Сертификат гос. регистр. авт. прав, УГААСП, №5921, 07.16.2002
5. Говорущенко Н.Я. Проблемы и методы оценки экологического и энергетического качества автомобильных дорог/ Н.Я.Говорущенко, В.В.Филиппов, Г.В.Величко / Автоматизированные технологии CREDO'2000. - С.45-51

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕНОСА ПРИМЕСИ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ БОКОВОЙ ВЕТРОВОЙ ЭПЮРЫ.

Работа посвящена моделированию распространения атмосферных загрязнений в приземном слое автомобильной дороги общего назначения и является развитием исследования [1].

Анализ публикаций. В мировой практике существуют два направления исследования данной проблемы: построение на основе многолетних наблюдений корреляционных зависимостей, учитывающих основные факторы влияния [2], и численное моделирование различных сценариев с целью выявления скрытых зависимостей, тенденций в дисперсии примесей в приземном слое, моделирования некоторых основных параметров состояния окружающей среды [3]. Оба направления являются содержательными и дополняют друг друга. Одно из преимуществ второго подхода следует из невозможности в отдельных случаях осуществления экспериментальных исследований, например, в случаях прогноза катастрофических событий, либо оценки проектируемых решений.

Постановка задачи. В данной работе на основе уравнений Навье-Стокса, уравнений переноса примеси, осредненных по Рейнольдсу, и моделей турбулентности [4] в приближении слабо сжимаемой среды развивается численная модель реального участка двухполосной автомобильной дороги и исследуется распространение в приземном слое атмосферы следа линейного источника примеси, вследствие стационарного выделения окиси углерода (СО) вдоль осевой линии автодороги. Для моделирования турбулентных эффектов переноса используется двухпараметрическая дифференциальная модель турбулентности $k-\varepsilon$ с пристенными функциями. Константы и подробное описание модели можно найти, например, в [4]. Влияние растительности учитывается с помощью источниковых членов в правых частях уравнений импульса в виде степенной зависимости $F_i = -C_0 |u|^{(C_1-1)} u_i$. В соответствии с экспериментальными данными [6] для плотной летней листвы константы модели выбраны $C_0=1$, $C_1=1$. Согласно рекомендациям [4] в уравнение переноса кинетической энергии турбулентности k внедрялся источниковый член типа $F_k = u_i F_i$, в уравнение переноса ε - источниковый член типа $F_\varepsilon = C_k \varepsilon / k F_k$. Данная модель интерпретирует влияние растительности как однородное изотропное сопротивление объема, добавочные члены в уравнениях модели турбулентности увеличивают производство турбулентности. Исследование проведено с использованием программного комплекса MTFs® [5] методом установления от заторможенного состояния к развитому установившемуся в среднем течению. Течение вне расчетной

области предполагается полностью турбулентным. Входной профиль скорости ветра использовался с учетом погранслоя. Вдоль осевой линии автодороги предполагался линейный источник с выделением постоянного расхода примеси во времени и вдоль дороги на высоте около 0.5 метра с температурой, равной температуре набегающего потока. На основе анализа транспортного потока и зависимостей [2] задавался постоянный расход СО около $5e-6$ кг/сек на погонный метр осевой линии. Исследования проведены на криволинейных участках дороги с неизменным придорожным рельефом местности и насаждений (рис.1). Свойства воздуха и СО взяты из [6], приняты летние среднесуточные параметры атмосферы.

Обсуждение результатов. Исследована интенсивность крупномасштабной завихренности при наличии насаждений для участка криволинейной в плане автомобильной дороги (рис.1,2). На рис.2 представлены поля вектора скорости, и поля модуля скорости на высоте 3 метров от поверхности земли, а также линии тока переноса примеси в шкале концентрации СО.

Завихренность незначительна при низкой плотности листвы, что соответствует переносу примеси в нижнем слое насаждений [7]. При высокой плотности листвы основная часть ветрового потока огибает насаждения, за которыми возникает вихревое течение в противоположном направлении, аналогичное обтеканию уступа с противотоком. Обратные токи за насаждениями подсасывают примесь, которая поднимается с восходящими потоками воздуха и уносится над насаждениями по ветру (рис. 2).

При направлении ветра вдоль доминирующего направления автодороги (рис. 2а) воздушные потоки тормозятся с вогнутой стороны, и примесь концентрируется с вогнутой стороны автодороги. С выпуклой стороны, напротив, происходит ускорение воздушных масс. Внутри области автодороги, ограниченной насаждениями, происходит снос вихревого движения примеси вдоль автодороги. При направлении ветра поперек доминирующего направления автодороги (рис. 2 б, в) воздушные потоки тормозятся перед насаждениями, и направление ветровой эпюры испытывает скольжение вдоль изгиба автодороги. При этом внутри области автодороги, ограниченной насаждениями, происходит снос и диффузия вихревого движения примеси вдоль автодороги.

Таким образом, скос линий тока набегающего ветрового потока по отношению к осевой линии автодороги способствует сносу примеси вдоль автодороги. Характеризуется углом скоса между вектором скорости набегающего потока и направлением касательной к осевой линии автодороги [1].

При направлении ветра с выпуклой стороны примесь сносится вдоль осевой линии за счет острого угла скоса потока (рис. 2б), улучшается вентиляция изгиба дорожного полотна, и максимальные значения концентрации примеси снижаются в сравнении с участком, не содержащим изгиба.

Для разреженных насаждений эффект скоса мал, и линии тока мало отклоняются от начального направления за исключением линий в тонком приземном слое, где динамический напор ветра мал. Для плотных насаждений эффект отклонения линий тока от начального направления является существенным, и проявляется в понижении концентрации примеси в случае ветра с выпуклой стороны изгиба автодороги, либо в повышении концентрации примеси при ветре с вогнутой стороны изгиба.

Структура вихревого течения при плотной листве напоминает течение в уличном каньоне [3] с изгибающейся осевой линией.

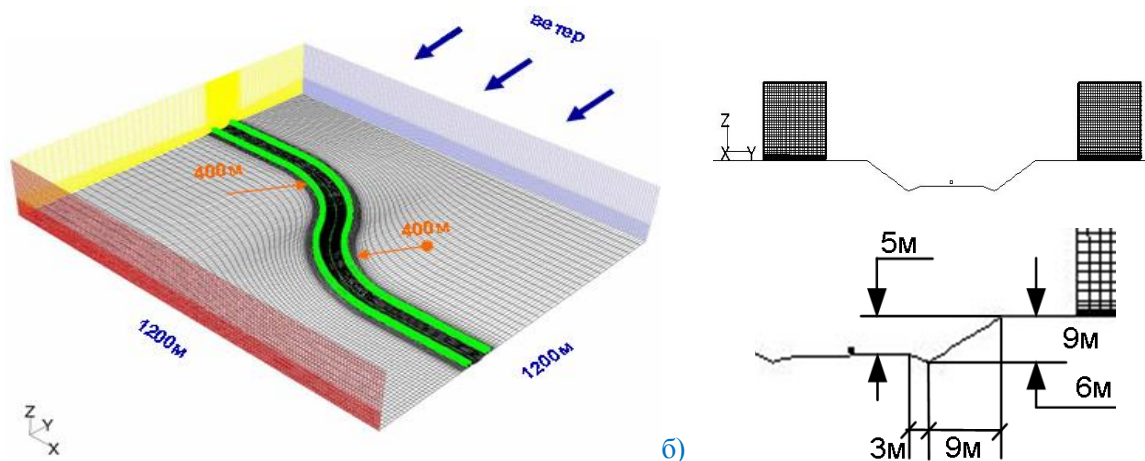


Рисунок 1 – Геометрия участка автодороги

Выводы. На изгибе автомобильной дороги сопротивление пропорционально углу скоса, т.е. уменьшается при появлении скоса, что улучшает проветривание участка. Сопротивление ветровой нагрузке дополнительно уменьшается за счет увеличения эффективного расстояния между насаждениями вследствие скоса.

Работа финансировалась МОН Украины.

Литература

1. Солодов В.Г., Авершин А.Г. Перенос примеси в приземном слое автомобильной дороги в условиях боковой ветровой эпюры. / Наукові праці міжнародної наук. конференції «Автомобільний транспорт і автомобілебудування», ХНАДУ, жовтень 2018р. / Харків: ХНАДУ, - 2018. 4 стор
2. Говорущенко Н.Я. Проблемы и методы оценки экологического и энергетического качества автомобильных дорог/ Н.Я.Говорущенко, В.В.Филиппов, Г.В.Величко / Автоматизированные технологии CREDO'2000. - С.45-51
3. Flow and transport with complex obstructions/ Applications to Cities. Vegetative Canopies and Industry/ Editors Ye. Gayev, Julian Hunt. Springer Publ. - 2007. - 414p.
4. Солодов В.Г. Моделирование турбулентных течений. Расчет больших вихрей. Харків, вид-во ХНАДУ, 2011. - 167с
5. Солодов В.Г. Научно-прикладной программный комплекс *MTFS*[®] для расчета трехмерных вязких турбулентных течений жидкостей и газов в областях произвольной

формы. / В.Г.Солодов, Ю.В.Стародубцев / Сертификат гос. регистр. авт. прав, УГААСП, №5921, 07.16.2002

6. Варгафтик В.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972. -720с.

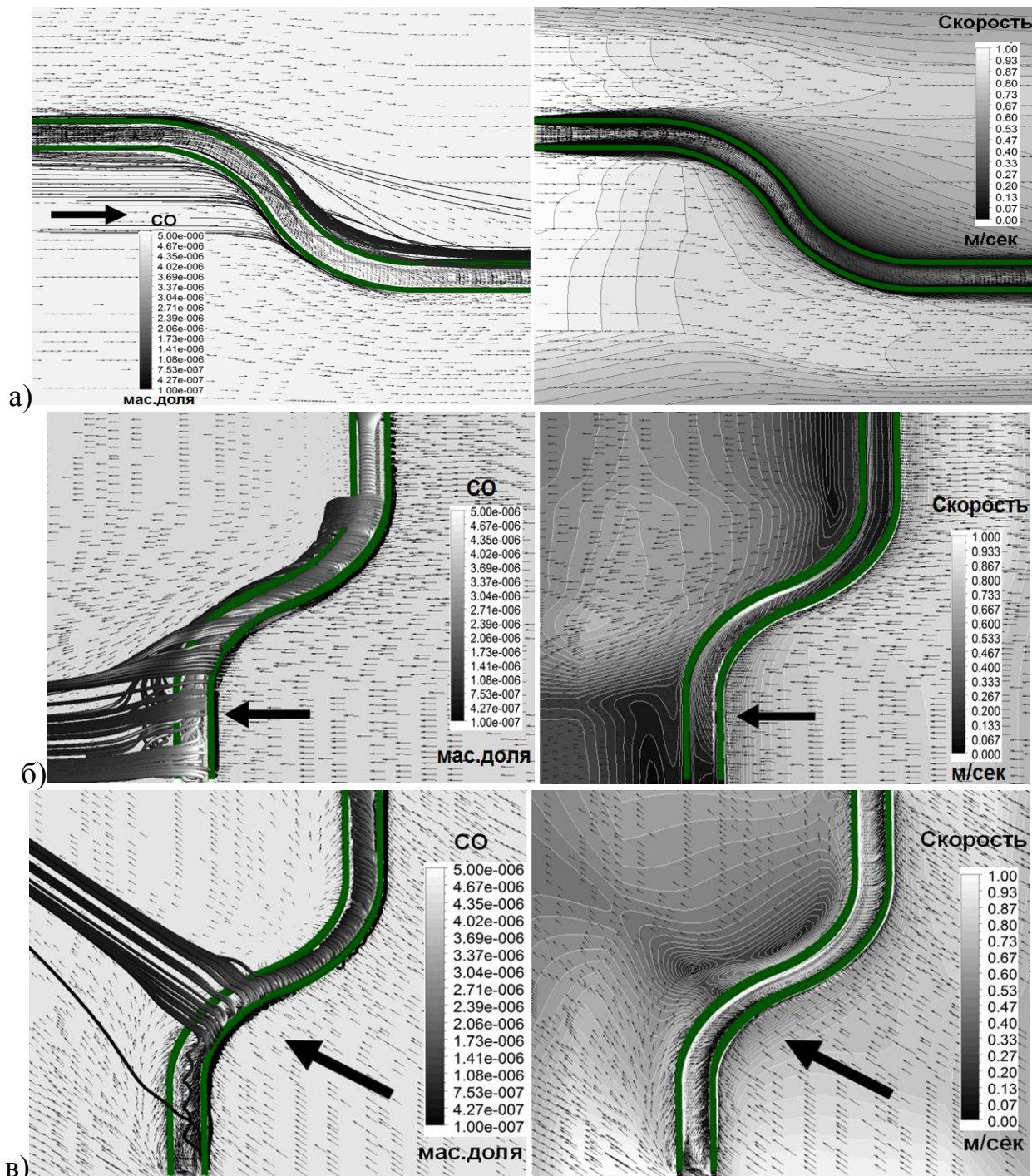


Рисунок 2 – Перенос СО при различной (а,б,в) ветровой эпюре

7. Солодов В.Г. Математичне моделювання забруднення атмосферного повітря придорожнього простору / В.Г.Солодов, В.В.Філіппов, В.К.Жданюк, И.В.Кияшко / Автошляховик України/ - 2009. №3. С.42-47

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ПРИМЕСИ В СТРУКТУРЕ УЛИЦ-КАНЬОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ г. ХАРЬКОВА

Введение. В литературе распространены примеры моделирования распространения следов от точечных источников загрязнения на массивах регулярной структуры [2], однако характеристики рассеяния точечного источника в реальной городской застройке могут существенно отличаться от таковых в регулярных рядах модельных строений. Кроме того, актуальной является проблема численного моделирования различных сценариев загрязнения кварталов города с целью выявления скрытых зависимостей, тенденций в дисперсии примесей в приземном слое, прогноза некоторых основных параметров состояния окружающей среды. Поэтому интерес представляет подтверждение и проверка результатов модельных исследований для случая реальных кварталов городской застройки, содержащих улицы-каньоны. В данной работе на основе осредненных уравнений Навье-Стокса исследуется модель реального района города.

Работа посвящена моделированию распространения атмосферных загрязнений в приземном слое центральной части г. Харькова (Сити-центр). Центр является подмоделью общей модели центральной части Харькова. Ее построение опиралось на карту города (<https://2gis.ua/kharkov>) и план поверхностей города, и охватывает пространство 5000x5000x300м³. Модель содержит несколько тысяч многоэтажных домов. Центральная часть располагается на холме и отделяется от других частей города системой рек с запада, юга и востока (рис.1). Рельеф местности имеет перепад высот около 90 метров. В южной и юго-западной частях находится речная долина, северо-западная часть ограничивается обширным оврагом, переходящим в лесной массив, на северо-востоке расположены аэродром и лесопарк. Сеточная модель центральной части содержит около $4e+07$ ячеек и учитывает описание пограничного слоя на поверхности земли.

Постановка задачи. В работе на основе нестационарных уравнений Навье-Стокса, уравнений переноса примеси, в приближении слабо сжимаемой среды исследуется распространение в приземном слое атмосферы следа линейного источника примеси, вследствие стационарного выделения окиси углерода (СО) вдоль осевой линии главных улиц. Для моделирования турбулентных эффектов переноса используется двухпараметрическая дифференциальная модель турбулентности $k-\varepsilon$ с пристенными функциями. Константы и подробное описание модели можно найти в [3]. Влияние растительности в сквере (рис.2) учтено с помощью источниковых членов в правых частях уравнений импульса в виде линейной зависимости $F_i = -C_0 u_i$. В соответствии с экспериментальными данными [6] для плотной летней листвы

выбрано $C_0 = 1$. По рекомендации [2] в уравнение переноса кинетической энергии турбулентности k внедрялся источниковый член типа $F_k = u_i F_i$, в уравнение переноса ε - источниковый член типа $F_\varepsilon = C_k \varepsilon / k F_k$. Модель интерпретирует влияние растительности как однородное изотропное безынерционное сопротивление объема, добавочные члены в уравнениях модели турбулентности увеличивают производство турбулентности.

Исследование проведено с использованием программного комплекса MTFs® [4] методом установления от заторможенного состояния к развитому установившемуся в среднем течению. Течение вне расчетной области всей модели предполагается полностью турбулентным. Ко второй стадии расчета применен подход LAWEPS [8], в котором граничные условия для подмодели берутся из расчета всей модели центральной части города. Расчет подмодели продолжается в нестационарной постановке. Вдоль осевой линии главных улиц (№№2-6) предполагался линейный источник с выделением постоянного расхода примеси во времени и вдоль дороги на высоте около 0.5 метра с температурой, равной температуре набегающего потока. На основе анализа автотранспортного потока и зависимостей [1] задан постоянный расход СО около 5е-6 кг/сек на погонный метр осевой линии. Улицы №3,4,5,6 являются центральными, характеризуются интенсивным движением, поэтому на основных перекрестках задавался удвоенный расход СО. Свойства воздуха и СО взяты из [5], приняты летние дневные параметры атмосферы.

Обсуждение результатов. Состояние атмосферы оценивалось в дневное летнее время года при доминирующем северном ветре со скоростью на удалении 2м/сек и наличии плотной листвы в сквере. Температура воздуха составляла около 30оС при тепловом потоке от солнечной радиации 500Вт/м2 [2, стр.340]. Стенки зданий принимались адиабатическими. На рис.2 представлено распределение массовой доли СО на высоте 2м, полученное среднеквадратичным осреднением на временном интервале интегрирования. На рис.3 дано распределение температуры воздуха вблизи поверхности зданий (20см) и вблизи грунта, дорожного покрытия при среднеквадратичном осреднении за период 0.5 часа дневного времени. Обращает внимание пятно повышенной температуры вблизи рассматриваемой городской застройки, что соответствует наличию «теплового острова» при перепаде температур в среднем. Основной перенос массы происходит вследствие адвекции, поэтому замкнутые пространства городской застройки характеризуются низкой концентрацией СО. Распределения температуры в основном также обеспечиваются адвекцией, поэтому температура наветренных стен зданий ниже, чем подветренных. Температура крыш испытывает влияние теплового потока солнечного излучения.

Выводы Предложена численная модель застройки центральной части города Харькова в приземном слое атмосферы с учетом переменного рельефа прилегающей местности для учета переноса примесей в условиях боковой ветровой эпюры и насаждений различной плотности. Зарегистрирован эффект

«теплового острова» [2].

Работа финансировалась МОН Украины.



Рисунок 1 – Модель центральной части города Харькова с рельефом местности [7].

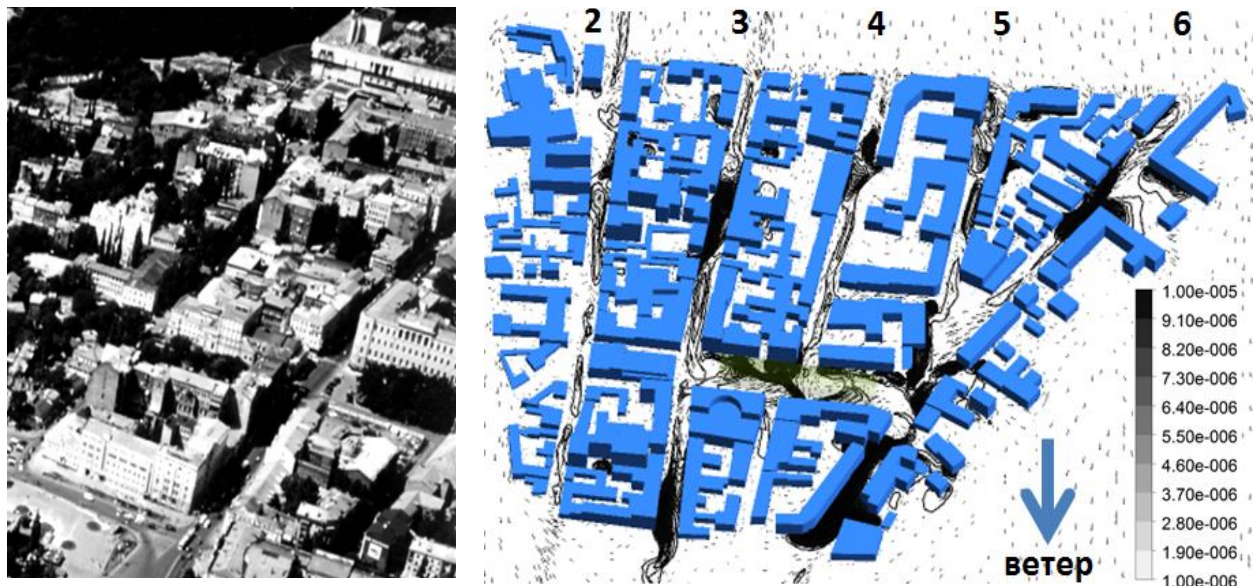


Рисунок 2 – Фрагмент застройки района и картина распределения массовой доли СО



Рисунок 3 – Распределения температуры воздуха вблизи поверхности зданий и грунта при среднеквадратичном осреднении за период 0.5 часа дневного времени

Литература

1. Говорущенко Н.Я. Проблемы и методы оценки экологического и энергетического качества автомобильных дорог/ Н.Я.Говорущенко, В.В.Филиппов, Г.В.Величко / Автоматизированные технологии CREDO'2000. - С.45-51
2. Flow and transport with complex Obstructions / Applications to Cities. Vegetative Canopies and Industry/ Eds Ye. Gayev, Julian Hunt. Springer Publ. - 2007. - 414p.
3. Солодов В.Г. Моделирование турбулентных течений. Расчет больших вихрей. Харків, вид-во ХНАДУ, 2011. - 167с
4. Солодов В.Г. Научно-прикладной программный комплекс MTFs® для расчета трехмерных вязких турбулентных течений жидкостей и газов в областях произвольной формы. / В.Г.Солодов, Ю.В.Стародубцев / Сертификат гос. регистр. авт. прав, УГААСП, №5921, 07.16.2002
5. Варгафтик В.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972. -720с.
6. Солодов В.Г. Математичне моделювання забруднення атмосферного повітря придорожнього простору / В.Г.Солодов, В.В.Філіппов, В.К.Жданюк, И.В.Кияшко / Автошляховик України/ - 2009. №3. С.42-47
7. Авершин А.Г., Роговий А.С., Солодов В.Г. Побудова моделі забудови центральної частини міста Харкова / Наукові праці Міжнародної наук. конференції «Автомобільний транспорт і автомобілебудування», ХНАДУ, 19-20 жовтня 2017р. / Харків: ХНАДУ, - 2017. С.219-220
8. Murakami S., Otsuka K., Mochida H., Kataoka H, Kato S., CFD prediction of flow over complex terrain using Local Area Wind Energy Prediction System (LAWEPS), in: Proc. of 11th Int. Conf. On Wind Engineering, Vol.2, Texas, pp. 2821-2828, 2003.

Солодов Валерий Григорьевич, д.т.н., профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, solodov@khadi.kharkov.ua,
Авершин Андрей Геннадьевич, к.т.н., ст. преподаватель, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
avershin.andrey@gmail.com

ПЕРЕНОС ПРИМЕСИ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ БОКОВОЙ ВЕТРОВОЙ ЭПЮРЫ.

Работа посвящена моделированию распространения атмосферных загрязнений в приземном слое автомобильной дороги общего назначения.

Анализ публикаций. В мировой практике существуют два направления исследования данной проблемы: построение на основе многолетних наблюдений корреляционных зависимостей, учитывающих основные факторы влияния [1], и численное моделирование различных сценариев с целью выявления скрытых зависимостей, тенденций в дисперсии примесей в приземном слое, моделирования некоторых основных параметров состояния окружающей среды [2]. Оба направления являются содержательными и дополняют друг друга. Одно из преимуществ второго подхода следует из невозможности в отдельных случаях осуществления экспериментальных исследований, например, в случаях прогноза катастрофических событий, либо оценки проектируемых решений.

Постановка задачи. В данной работе на основе уравнений Навье-Стокса, уравнений переноса примеси, осредненных по Рейнольдсу, и моделей турбулентности [3] в приближении слабо сжимаемой среды развивается численная модель реального участка двухполосной автомобильной дороги и исследуется распространение в приземном слое атмосферы следа линейного источника примеси, вследствие стационарного выделения окиси углерода (СО) вдоль осевой линии автодороги. Для моделирования турбулентных эффектов переноса используется двухпараметрическая дифференциальная модель турбулентности $k-\varepsilon$ с пристенными функциями. Константы и подробное описание модели можно найти, например, в [3]. Влияние растительности учитывается с помощью источниковых членов в правых частях уравнений импульса в виде степенной зависимости $F_i = -C_0 |u|^{(C_1-1)} u_i$. В соответствии с экспериментальными данными [6] для плотной летней листвы константы модели выбраны $C_0=1$, $C_1=1$. Согласно рекомендациям [2] в уравнение переноса кинетической энергии турбулентности k внедрялся источниковый член типа $F_k = u_i F_i$, в уравнение переноса ε - источниковый член типа $F_\varepsilon = C_k \varepsilon / k F_k$. Данная модель интерпретирует влияние растительности как однородное изотропное сопротивление объема, добавочные члены в уравнениях модели турбулентности увеличивают производство турбулентности. Исследование проведено с использованием программного комплекса MTFs® [4] методом установления от заторможенного состояния к

развитому установившемуся в среднем течении. Течение вне расчетной области предполагается полностью турбулентным. Входной профиль скорости ветра использовался с учетом погранслоя. Вдоль осевой линии автодороги предполагался линейный источник с выделением постоянного расхода примеси во времени и вдоль дороги на высоте около 0.5 метра с температурой, равной температуре набегающего потока. На основе анализа транспортного потока и зависимостей [1] задавался постоянный расход СО около 5×10^{-6} кг/сек на погонный метр осевой линии. Исследования проведены на криволинейных участках дороги с неизменным придорожным рельефом местности и насаждений (рис.1). Свойства воздуха и СО взяты из [5], приняты летние среднесуточные параметры атмосферы.

Обсуждение результатов. Интенсивность крупномасштабной завихренности до насаждений, между насаждениями и за насаждениями незначительна при их низкой плотности, что соответствует переносу примеси в нижнем слое насаждений [6]. При высокой плотности листвы основная часть ветрового потока огибает насаждения, за которыми возникает вихревое течение в противоположном направлении, аналогичное обтеканию уступа с противотоком. Обратные токи за насаждениями подсасывают примесь, которая поднимается с восходящими потоками воздуха и уносится над насаждениями (рис. 2, 3).

Обнаружено, что скос линий тока по отношению к осевой линии автодороги способствует сносу примеси вдоль автодороги. Характеризуется углом скоса между вектором скорости набегающего потока и направлением осевой линии автодороги. При направлении ветра в плоскости симметрии с выпуклой стороны примесь разносится от плоскости симметрии в стороны за счет острого угла скоса потока по отношению к осевой линии (рис. 2). При направлении ветра с вогнутой стороны примесь концентрируется в плоскости симметрии со сторон автодороги за счет тупого угла скоса потока. В этом заключается принципиальное различие в конвективном распространении примеси между трехмерной моделью и двумерной моделью в плоскости симметрии участка автодороги. Для разреженных насаждений эффект скоса мал, и линии тока практически не отклоняются от начального направления за исключением линий в тонком (около 1м) приземном слое, где динамический напор ветра мал. Для плотных насаждений эффект отклонения линий тока от начального направления является существенным, что проявляется в понижении концентрации примеси в случае ветра с выпуклой стороны изгиба автодороги, либо в повышении концентрации примеси при ветре с вогнутой стороны изгиба в сравнении с двумерной моделью.

Воздействие ветра с выпуклой стороны и с вогнутой стороны на конфигурацию участка №2 принципиально различны вследствие, несимметричности придорожного рельефа, отсутствия насаждений с вогнутой стороны участка автодороги, асимметрии скоса дороги по отношению к направлению ветра в плоскости симметрии. При воздействии ветра для участка №2 тенденции, отмеченные при обтекании участка №1, сохраняются. Именно,

при разреженных насаждениях концентрация примеси вблизи дорожного полотна заметно ниже, чем при густых насаждениях. При воздействии ветра с выпуклой стороны участка линии тока в трехмерной модели отклоняются от плоскости симметрии из-за скоса, улучшают вентиляцию изгиба дорожного полотна, и максимальные значения концентрации примеси достигаются вне плоскости симметрии. Структура течения при плотной листве напоминает структуру в городских уличных каньонах [2].

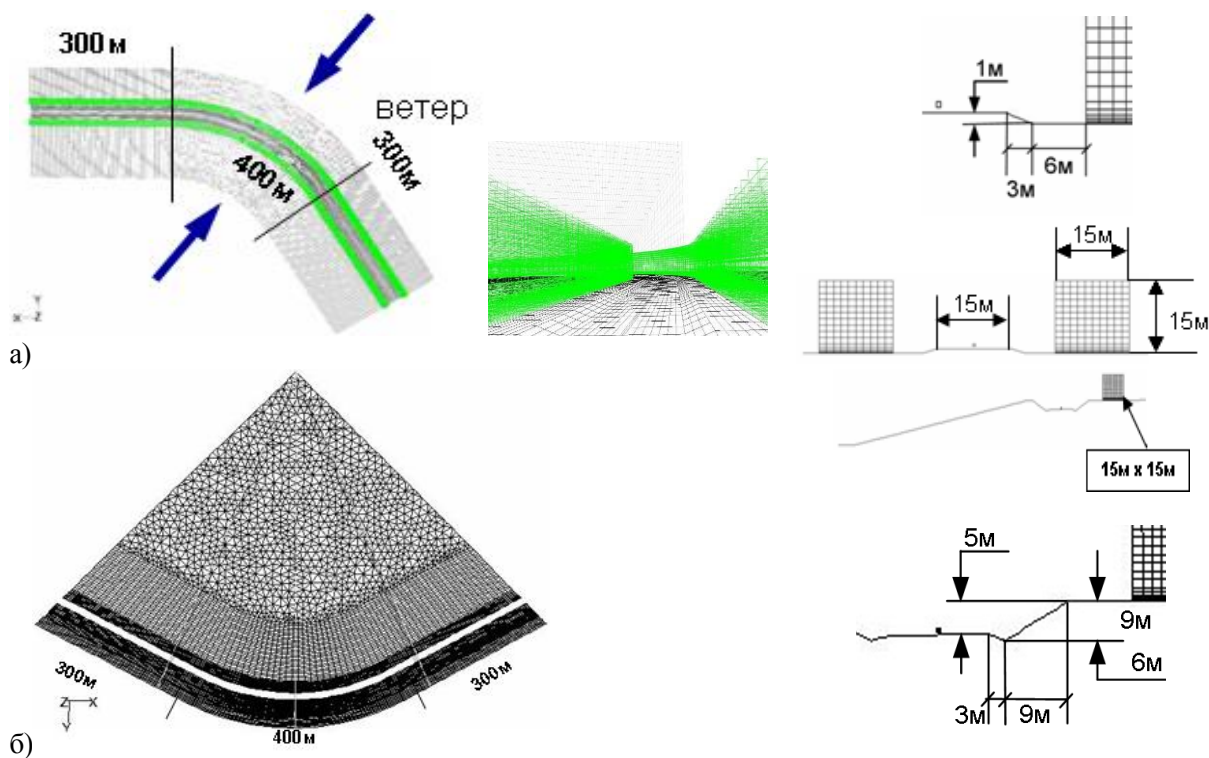


Рисунок 1 – Геометрия участков автодороги; а) участок №1, б) участок №2

Выводы. На изгибе дороги сопротивление пропорционально углу скоса, т.е. уменьшается при появлении скоса осевой линии. Двумерная модель непригодна для моделирования распространения примеси в плоскости симметрии участков типа 1,2.

Работа финансировалась МОН Украины.

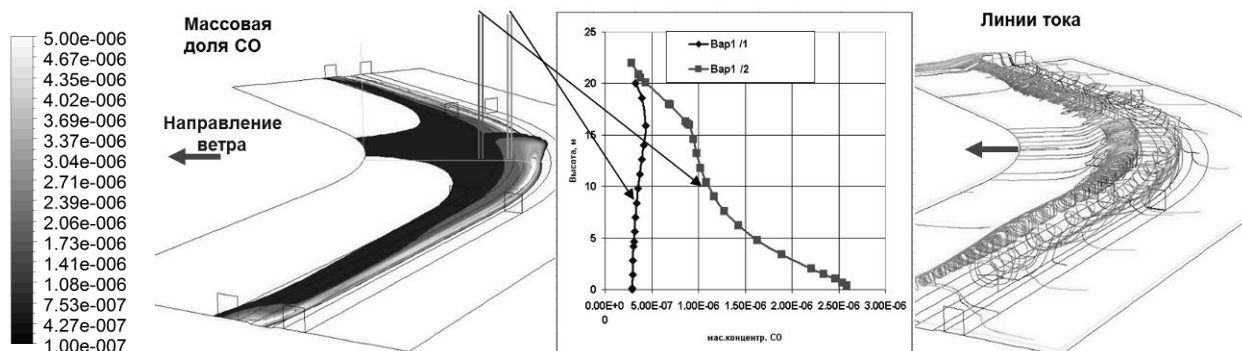


Рисунок 2 – Массовая доля СО на обочинах в плоскости симметрии на участке №1

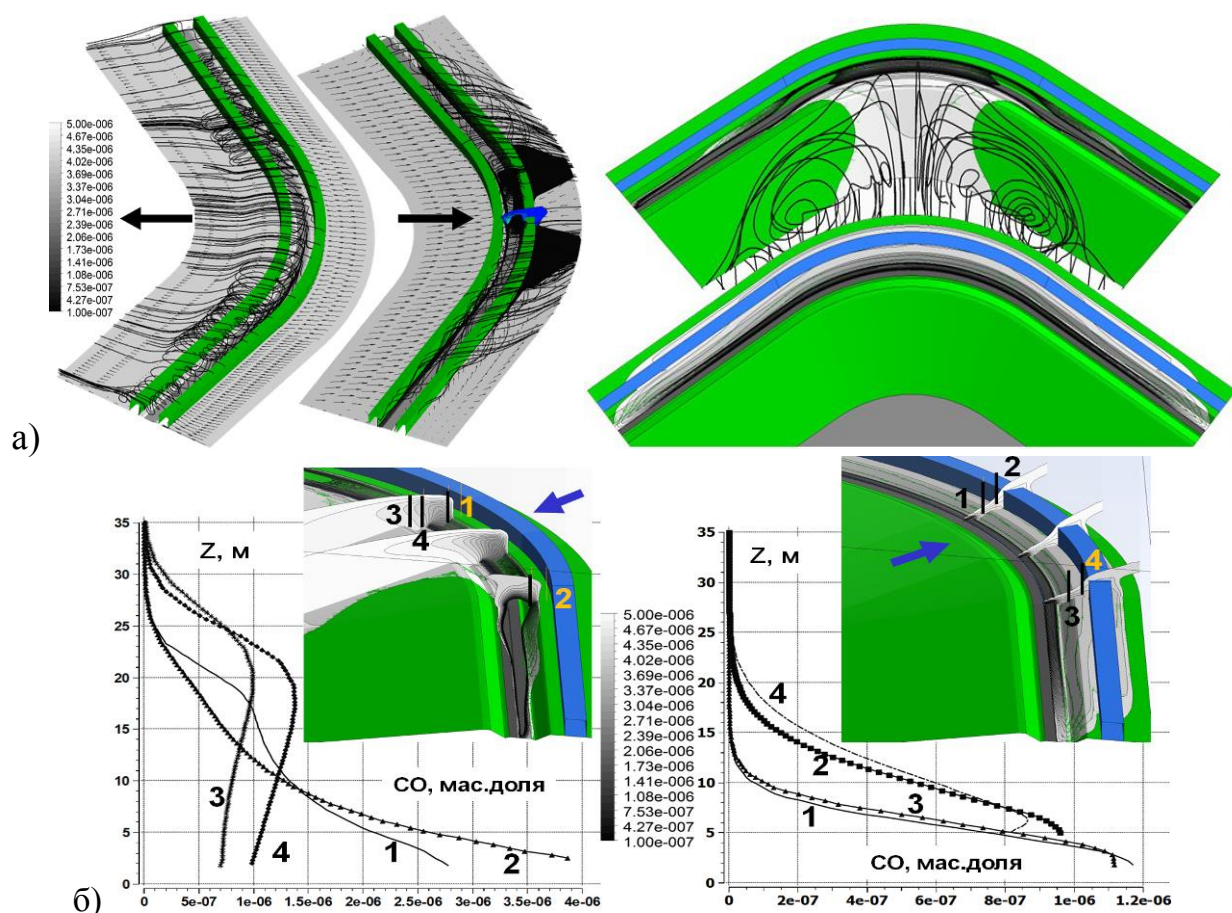


Рисунок 3 – Перенос СО при различной ветровой эпюре на типовых участках автодороги. Линии тока и распределения СО по высоте в характерных точках

Литература

1. Говорущенко Н.Я. Проблемы и методы оценки экологического и энергетического качества автомобильных дорог/ Н.Я.Говорущенко, В.В.Филиппов, Г.В.Величко / Автоматизированные технологии CREDO'2000. - С.45-51
2. Flow and transport with complex Obstructions/ Applications to Cities. Vegetative Canopies and Industry/ Editors Ye. Gayev, Julian Hunt. Springer Publ. - 2007. - 414p.
3. Солодов В.Г. Моделирование турбулентных течений. Расчет больших вихрей. Харків, вид-во ХНАДУ, 2011. - 167с
4. Солодов В.Г. Научно-прикладной программный комплекс MTFs® для расчета трехмерных вязких турбулентных течений жидкостей и газов в областях произвольной формы. / В.Г.Солодов, Ю.В.Стародубцев / Сертификат гос. регистр. авт. прав, УГААСП, №5921, 07.16.2002
5. Варгафтик В.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972. -720с.
6. Солодов В.Г. Математичне моделювання забруднення атмосферного повітря придорожного простору / В.Г.Солодов, В.В.Філіппов, В.К.Жданюк, И.В.Кияшко / Автошляховик України/ - 2009. №3. С.42-47

Торіна Влада Миколаївна, магістр, v.torina2012@gmail.com
Філатов Сергій Валентинович, к.т.н., доцент
Кучма Олександр Іванович, к.т.н., доцент
КВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДЕТОНАЦІЙНОГО ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА

Вступ. Сучасні автомобільні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), а особливо їх циліндропоршньова група (ЦПГ), працюють у тяжких умовах, що характеризуються високими швидкостями та прискореннями поршня й значними термомеханічними навантаженнями та тиском у ЦПГ.

Основною проблемою в роботі ДВЗ з детонаційним згоранням палива складає те, що при такому згоранні при великому тиску газів відбувається деформування деталей ЦПГ: «провалюються поршні», обриваються шатуни, згинаються колінвали, зриваються головки циліндрів та ін. Моделювання данного процесу дає можливість знизити цей шкідливий вплив на ЦПГ, підвищити його паливну економічність і експлуатаційні властивості з можливою зміною у його конструкції вузлів та агрегатів.

Аналіз публікацій. Аналіз спеціальної літератури показує, що основними методами досліджень при рішенні задач по моделюванню процесу згорання палива у ЦПГ є напружено-деформований стан тіла, їх аналітичні і чисельні методи та моделювання на еквівалентних матеріалах.

Внаслідок цього програма обчислень для одного МГЕ близько відтворює програму для будь-якого іншого методу. Основні відмінності стосуються лише різницею підпрограм, які використовуються для обчислень за тими чи іншими аналітичними виразами. Як наслідок гранично-елементні програми мають модульний характер, що дозволяє переходити від одного методу до іншого шляхом зміни модулів і введенням нових параметрів у головну програму.

Мета і постановка задачі. Метою досліджень є вибір оптимального методу моделювання процесом детонаційного згорання палива, побудова ізолій напружень в ЦПГ і можливість керування процесом детонаційного згорання палива за рахунок зміни форми та регулювання тиску у камері згорання.

Як відомо одним з основних заходів підвищення потужності двигунів є збільшення їх об'ємів циліндрів, що у свою чергу веде до підвищення розмірів двигуна його металоємкості та витрат палива. Ефективним способом підвищення потужності двигунів є застосування турбонаддуву з одноступеневим або дво-ступеневим охолодженням повітря (інтеркуллера), що також дає можливість збільшити заповнення робочою сумішшю об'єму камери згорання без збільшення об'єму циліндрів двигуна. При цьому потужність двигуна підвищується на 40–60% в залежності від ступеня наддуву.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- побудувати розрахункові схеми з описом граничних контурів, завданням

«польових точок» і симетрії;

- розробити блок-схему розрахункової програми;
- застосувати оптимальні математичні рівняння та функції;
- отримати ізолінії напружень в циліндрі двигуна автомобіля.

Визначення напрямків досліджень. Перший напрямок – це автоматичне керування процесом детонаційного згорання палива за допомогою датчика регулювання тиску встановленого у головці циліндра та з'єднаного з декомпресором. При підвищенні тиску декомпресор знижує його робочу величину. Другий напрямок – це підбір оптимальної камери згорання за допомогою вмонтованого у головку поршня перемінного “витискувача”, який дає можливість змінювати об'єм камери згорання і при підвищенні тиску спрацьовувати як запобіжний клапан.

Кінцевою метою проведення цих досліджень є визначення максимальних напружень, що виникають у різноманітних камерах згорання, визначення таким чином оптимальної камери згорання, її форми і конструктивного розташування, а також побудова математичної моделі детонаційного згорання палива і конструктивного розрахунку блок-картера і ЦПГ ДВЗ за допомогою програми сингулярних інтегральних рівнянь:

$$u_x = \frac{P_{\vec{x}}}{2G} [(3 - 4\nu) \cos \beta \vec{F}_1 + \vec{y}(\sin \beta \vec{F}_2 + \cos \beta \vec{F}_3)] + \frac{P_{\vec{y}}}{2G} [(3 - 4\nu) \sin \beta \vec{F}_1 - \vec{y}(\cos \beta \vec{F}_2 - \sin \beta \vec{F}_3)]; \quad (1)$$

$$u_y = \frac{P_{\vec{x}}}{2G} [(3 - 4\nu) \sin \beta \vec{F}_1 + \vec{y}(\cos \beta \vec{F}_2 - \sin \beta \vec{F}_3)] + \frac{P_{\vec{y}}}{2G} [(3 - 4\nu) \cos \beta \vec{F}_1 - \vec{y}(\sin \beta \vec{F}_2 + \cos \beta \vec{F}_3)]; \quad (2)$$

$$F_1(\bar{x}, \bar{y}) = -\frac{1}{4\pi(1-\nu)} [\bar{y} \left(\arctg \frac{\bar{y}}{\bar{x}-a} - \arctg \frac{\bar{y}}{\bar{x}+a} \right) - (\bar{x} - a) \ln \sqrt{(\bar{x} - a)^2 + \bar{y}^2} + (\bar{x} + a) \ln \sqrt{(\bar{x} + a)^2 + \bar{y}^2}] \quad (3)$$

$$F_2(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{1}{4\pi(1-\nu)} [\ln \sqrt{(\bar{x} - a)^2 + \bar{y}^2} - \ln \sqrt{(\bar{x} + a)^2 + \bar{y}^2}] \quad (4)$$

де u_x, u_y – горизонтальне і вертикальне зміщення в довільній точці X, Y , мм;

P_y, P_x – відповідно, нормальне і дотичне зусилля, МПа;

G – модуль, МПа;

ν – коефіцієнт;

β – кут повороту;

F_1, F_2 – функції $f(x, y)$;

Висновки. Розглядаючи результати досліджень на основі ізоліній напружень, можна зробити наступні висновки:

- вибраний найбільш ефективний метод моделювання процесу

детонаційного згоряння палива;

- побудовано ізолінії напружень в ЦПГ при детонаційному згорянні палива, які показують, що:

- деформаційні напруження в основному виникають у верхній і середній частинах циліндрі двигуна автомобіля, що в свою чергу веде до його інтенсивного зносу і появи овальності і конусності в процесі експлуатації[6];

- виявлені деформаційні явища можливо корегувати, на наш погляд, двома способами: постановкою датчика детонації у голівці циліндра двигуна, що зменшить ці напруження; другим альтернативним засобом - за допомогою застосування нових конструкційних матеріалів, які будуть стримувати деформацію циліндра;

- крім цього, на наш погляд, двигуни внутрішнього згоряння мають резерв потужності за рахунок можливості керування процесом детонаційного згоряння палива без збільшення його об'єму двигуна.

Література

1. В.Г. Дьяченко «Теорія двигунів внутрішнього згоряння», Харків, ХНАДУ 2009, - 500 с.
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. . Автомобільні двигуни: Підручник. – Київ, «Арістей», 2006.- 476 с.
3. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела / Пер. с англ. М.А. Тлеужанова; под ред. А.М. Линихова. – М.: Мир, 1987. – 328 с.
4. И.И. Тимченко, А.И. Воронков, Д.И. Тимченко, Г.И. Тохтарь. Автомобильные двигатели. Харьков, издательство ХНАДУ – 2009. – 288 с.
5. Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. –М.: Физматгиз, 1992.- 254с
6. С.С. Жилін, О.М. Кабанов. Теорія горіння. Харків, видавництво ХНАДУ – 2010. – 107 с.
7. Ф.І. Абрамчук, С.С. Жилін, А.М. Левтеров. Перспективи розвитку двигунів внутрішнього згоряння. Харків, видавництво ХНАДУ – 2009. – 55 с.

Филипковский Сергей Владимирович, к.т.н., с.н.с., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, sfilipkovskij@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ ВИБРОЗАЩИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ДЕМПФЕРАМИ СУХОГО ТРЕНИЯ

Агрегаты, которые необходимо защитить, устанавливают на амортизаторах, поглощающих энергию вибраций и импульсных воздействий, передаваемых основанием. Амортизирующие устройства должны иметь минимальный вес при выполнении своих функциональных назначений на протяжении всего срока эксплуатации. Минимизация массы конструкции может быть успешно решена лишь в случае применения теории оптимального

синтеза и разработанных на ее основе эффективных методов. Эта задача становится особенно актуальной вследствие большого количества однотипных элементов, которые можно усовершенствовать.

В отличие от опубликованных результатов других исследований, в которых основное внимание уделено установившимся нелинейным колебаниям твердых тел, соединенных линейными связями, устойчивости движения и условиям возникновения нелинейных резонансных колебаний [1–5], в настоящей работе поставлена задача определения оптимальных динамических и прочностных параметров системы, совершающей нестационарное движение, на которую наложены нелинейные связи типа демпферов с сухим трением.

В качестве объекта оптимизации рассматриваем общий случай конструкции подвески агрегата с несимметричным распределением масс и расположении связей. Связями могут быть узлы крепления в виде амортизаторов или упругих кронштейнов и узлы стыковки с трубами или сильфонами. Агрегат будем считать твердым телом. Оптимизировать будем параметры амортизаторов.

Как показано на рис. 1, агрегат закреплен на четырех амортизаторах и к нему приложена инерционная нагрузка в форме прямоугольного импульса $Q(t)$.

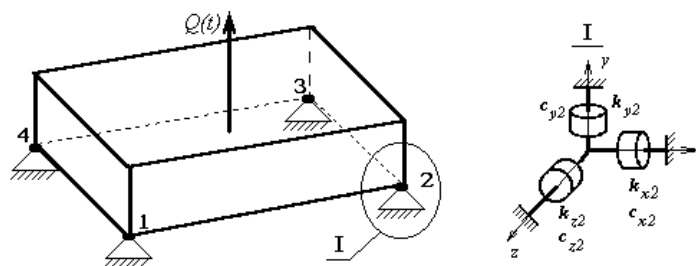


Рисунок 1 – Модель подвески агрегата

Простейшим конструктивным решением проблемы защиты агрегата от вибраций является установка его на резиновых втулках. В расчетах первого приближения таких демпферов используют эквивалентное вязкое демпфирование [6]. Однако, как показали предыдущие исследования, резиновые втулки, которые представляют собой демпферы с конструкционным рассеянием энергии, эффективно поглощают высокочастотные вибрации. Для защиты от низкочастотных перегрузок необходимо обеспечить большие относительные перемещения амортизируемого объекта. С этой целью применяют амортизаторы сухого трения, имеющие большой ход штока, а также используют гибкие компенсаторы для остальных связей агрегата.

В амортизаторе сухого трения рассеяние энергии происходит за счет трения боковой поверхности сухарей о внутреннюю поверхность корпуса при движении в вертикальном направлении и за счет трения прижимной шайбы о торцевую поверхность сухарей при движении в горизонтальном направлении. Сила прижатия сухарей к корпусу создается пружинным кольцом, а сила прижатия шайб – коническими пружинами. Силы упругости амортизатора

создаются теми же пружинами. Амортизируемый объект крепится винтом к штоку, который выполнен как одна деталь с верхней прижимной шайбой.

Варьируемыми параметрами амортизатора принимаем размеры его пружин и коэффициент трения. Выразим через эти параметры все необходимые характеристики подвески.

Основным функциональным назначением подвески является защита от перегрузок при условии ограничения перемещений агрегата относительно корпуса машины. Для вычисления перегрузок и перемещений необходимо решить уравнения колебаний агрегата, в которые входят коэффициенты жесткости и демпфирования амортизатора.

Жесткость витой стальной пружины пропорциональна d^4 и обратно пропорциональна R^3 , где d – диаметр проволоки, R – радиус витка. Поэтому коэффициент жесткости амортизатора будет

$$k = A_1 d^4 / R^3. \quad (1)$$

Сила трения амортизатора F_T пропорциональна коэффициенту трения μ и силе прижатия N , которая, в свою очередь, пропорциональна d_1^4 и обратно пропорциональна R_1^3 , где d_1 – диаметр проволоки, R_1 – радиус пружинного кольца. Поэтому сила трения будет

$$F_T = N\mu = B_1 \mu d_1^4 / R_1^3. \quad (2)$$

Для вертикального и горизонтального перемещений коэффициенты A_1 и B_1 будут разными.

Данная задача содержит большой объем ограничений, в том числе нелинейных, получаемых в конечном счете алгоритмически для разных вариантов. Поэтому проверка таких ограничений, то есть решение задач анализа для каждого набора параметров, представляет наибольшую трудоемкость. Ограничения накладываются на конструктивные размеры и прочность амортизаторов, на максимальные перемещения при движении и на перегрузку, которую может выдержать агрегат при сохранении работоспособности. Для вычисления этих параметров необходимо решить уравнения колебаний агрегата, которые в матричной форме имеют вид

$$[K]\{U\} + [C]\{\text{sign}\dot{U}\} + [M]\{\ddot{U}\} = \{Q(t)\}, \quad (3)$$

где $[K]$, $[C]$, $[M]$ – матрицы жесткости, демпфирования, массы, а $\{U\}$, $\{Q(t)\}$ – векторы перемещений и возмущающей нагрузки. Матрица $[C]$ заполнена так же как матрица $[K]$, но, в отличие от матрицы эквивалентного вязкого

демпфирования, ее элементами являются силы трения и моменты сил трения. Поскольку полагаем, что силы сухого трения не зависят от скорости и направлены против движения, то матрица $[C]$ умножается не на вектор скоростей $\{\dot{U}\}$, а на вектор направлений скоростей $\{\text{sign}\dot{U}\}$. Эту систему решаем методом Рунге-Кутты [7].

Важным критерием любой конструкции является масса. Для оптимизации массы подвески выразим ее через варьируемые параметры амортизаторов. Масса амортизатора складывается из масс пружин, корпуса, сухарей и прижимных шайб. Масса пружины $m_{\text{пж}}$ пропорциональна площади сечения и длине проволоки, которая, в свою очередь, пропорциональна среднему радиусу пружины

$$m_{\text{пж}} = A_2 d^2 R. \quad (4)$$

Точно также масса прижимных колец

$$m_{\text{кл}} = B_2 d_1^2 R_1. \quad (5)$$

Масса корпуса $m_{\text{кр}}$ пропорциональна высоте H_A , радиусу R_A и толщине стенки h амортизатора. Соотношения размеров реального амортизатора таковы, что можно считать его высоту и радиус пропорциональными радиусу пружин, а толщину стенки – диаметру проволоки. Тогда

$$m_{\text{кр}} = A_3 d R^2. \quad (6)$$

Массу сухарей $m_{\text{ср}}$ считаем пропорциональными массе пружинных колец

$$m_{\text{ср}} = B_3 m_{\text{кл}} = B_3 B_2 d_1^2 R_1. \quad (7)$$

Массу прижимных шайб считаем пропорциональной массе корпуса

$$m_{\text{пш}} = B_5 m_{\text{кр}} = B_5 A_3 d R^2. \quad (8)$$

В итоге масса амортизатора

$$m = m_{\text{пж}} + m_{\text{кл}} + m_{\text{кр}} + m_{\text{ср}} + m_{\text{пш}} = A_2 d^2 R + B_2 d_1^2 R_1 + A_3 d R^2 + B_3 B_2 d_1^2 R_1 + B_5 A_3 d R^2 = A_4 d^2 R + B_6 d_1^2 R_1 + B_7 d R^2, \quad (9)$$

где $A_1, \dots, A_4, B_1, \dots, B_7$ – коэффициенты пропорциональности, которые определяются по размерам деталей и свойств материалов реальной конструкции. В выполненном примере расчета принято: $A_1 = 2 \cdot 10^8$ Па, $B_1 = 3 \cdot 10^6$ Н/м, $A_4 = 2,5 \cdot 10^5$ кг/м³, $B_6 = 4 \cdot 10^4$ кг/м³, $B_7 = 1 \cdot 10^5$ кг/м³.

Рассматриваемый агрегат (см. рис. 1) имеет массу 143 кг и моменты инерции относительно осей совмещенных с каркасом $I_{xx} = 50,6$, $I_{yy} = 82,1$, $I_{zz} = 46,4$, $I_{xy} = 11,1$, $I_{yz} = 13,4$, $I_{zx} = 26,4$ (кг·м²). Координаты амортизаторов

относительно тех же осей выражаются в миллиметрах следующими числами (243, 0, -28), (635, 0, -28), (243, 0, 905), (905, 0, 905).

Прямоугольный импульс возмущающего ускорения имеет продолжительность 0,1 с и величину $6g$, где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Практика решения оптимизационных задач такого уровня сложности показывает, что гарантированное достижение результата возможно лишь при последовательном и совместном использовании нескольких методов прямого поиска экстремума, являющихся более гибкими и надежными на широком классе задач в сравнении с дифференциальными методами высокого порядка. И хотя скорость сходимости прямых методов невелика, эффективность их использования удастся повысить благодаря введению специальной организации поиска экстремума. Для осуществления отмеченного выше взаимодействия построен вариант гибридного метода поиска экстремума [8]. Он заключается в том, что из имеющегося множества поисковых методов оптимизации выбирается некоторое подмножество их модификаций (гибридентов), к количеству и составу которых предъявляются определенные требования. Это, в частности, могут быть: надежность, эффективность, программная совместимость, уровень полноты охвата различных типичных ситуаций поиска и т.п. Набор гибридентов в предлагаемом методе функционирует в структурной связи и, в зависимости от изменения веса ситуационных критериев, каждый из них вносит определенный вклад в процесс поиска экстремальной точки.

Задача анализа устанавливает связи между параметрами объекта для задачи синтеза, которая выбирает наиболее рациональные соотношения этих параметров, обеспечивающих выполнение необходимых значений критериев.

Если минимизируется перегрузка, то ограничения накладываются на массу, если функцией цели является масса, то с допустимым значением сравнивается перегрузка. Остальные ограничения накладываются из условий статической прочности амортизаторов и конструктивных соображений.

Начальный вектор параметров Y_n состоит из исходных размеров амортизаторов и коэффициента трения. В первой строке табл. 1 приведены начальные значения диаметров проволоки пружин d_n и радиусов амортизаторов R_a демпферов сухого трения, а также силы трения f_{mp} . Начальные значения функций цели: масса подвески $m_n=15,350$ кг, перегрузка $n_n=11,994$.

Таблица 1

Результаты оптимизации

Век- тор	d_1 мм	R_{A1} мм	d_2 мм	R_{A2} мм	d_3 мм	R_{A3} мм	d_4 мм	R_{A4} мм	F_T Н	m кг	n
Y_n	4,00	20,0	4,00	20,0	4,00	20,0	4,00	20,0	768	13,8	11,9
Y_0	3,50	25,5	3,50	28,1	3,50	27,2	3,50	29,3	591	12,5	10,5

Процесс оптимизации в целом построен как поочередное решение задач минимизации массы m и перегрузки n . На первом этапе минимизируем массу

без ограничения перегрузки, чтобы решение не выходило за границы области допустимых значений. Программа оптимизации имеет возможность возвращать решение в область допустимых значений при выходе за ее границы, однако работа без выхода за границы области эффективнее. Следующий шаг оптимизации проводится с минимизацией перегрузки и ограничением массы тем значением, которое достигнуто на предыдущем этапе. Далее, на тех этапах, на которых функцией цели является масса, функциональным ограничением принимаем перегрузку и наоборот. Опуская результаты промежуточных вычислений во второй строке табл. 1 приводим оптимальный вектор варьируемых параметров Y_0 . Оптимальные значения функций цели: масса подвески $m = 12,530$ кг, перегрузка $n = 10,451$. Величина массы уменьшена на 14 %, а перегрузки на 11 %. Одновременная минимизация массы и перегрузки путем задания функции цели в виде произведения или суммы этих величин оказалась менее эффективной. Таким образом, удалось получить оптимальный по Парето [9] вектор параметров, когда дальнейшее улучшение одного из критериев может привести только к ухудшению другого.

Анализ полученных результатов показывает, что разработанная методика позволяет эффективно проектировать амортизирующие подвески агрегатов летательных аппаратов.

Сравнение с результатами расчетов вязких демпферов показывает, что демпфер сухого трения эффективнее поглощает энергию за счет того, что он допускает большие относительные перемещения в узлах подвески и на всем ходе трущихся пар сила сопротивления постоянна, а не меняется от нуля до максимума. Предложенная расчетная схема амортизатора с сухим трением позволила найти такой вектор варьируемых параметров, при котором масса подвески на 11% меньше, а перегрузка агрегата на 16% меньше, чем при расчетах с моделью эквивалентного вязкого демпфера.

Литература

1. Ганиев Ф.Р., Кононенко В.О. Колебания твердых тел.– М.: Наука, 1976.– 432 с.
2. Виттенбург Й. Динамика систем твердых тел.– М.: Мир, 1980.– 292 с.
3. Гуляев В.И., Лизунов П.П. Колебания систем твердых и деформируемых тел при сложном движении.– Киев: Вища школа, 1989.– 200 с.
4. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний.– М.: Наука, 1974.– 1974.– 504 с.
5. Simo J.S., Vu-Quoc L. The role of non-linear theories in transient dynamic analysis of flexible structures// J. Sound and Vibr. 1987. V.119, N.3. P. 487–508.
6. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле.– М.: Машиностроение, 1985.– 472 с.
7. Форсайт Дж. Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений.– М.: Мир, 1980.– 280 с.
8. Кохманюк С.С., Дмитриев А.С., Шелудько Г.А. и др. Динамика конструкций при воздействии кратковременных нагрузок.– Киев: Наук. думка, 1989.– 304 с.
9. Многокритериальная оптимизация/ В.А. Березовский и др.– М.: Наука, 1989.– 128 с.

Царенкова Ирина Михайловна, к.э.н., доцент, Белорусский государственный университет транспорта

Довыденко Владислав Вадимович, студент, Белорусский государственный университет транспорта, dovydenko1997@gmail.com

Бондаровец Валерий Юрьевич, студент, Белорусский государственный университет транспорта, valera_bondorove@mail.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ И ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ: ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Деятельность по обеспечению безопасности дорожного движения направлена на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий и снижение тяжести их последствий. Она достигается содержанием дорог в соответствии с установленными требованиями и обустройством их объектами сервиса, исправным техническим состоянием и оборудованием транспортных средств, рациональной организацией движения и строгим выполнением всеми участниками дорожного движения соответствующих законодательных и нормативных правовых актов.

Большая роль в обеспечении безопасности движения принадлежит основным технико-эксплуатационным показателям автомобильных дорог. К числу таких показателей относятся ровность и шероховатость дорожного покрытия.

Плавность хода и минимальные затраты мощности на сопротивление качению автомобиля, особенно при движении с высокими скоростями, достигаются на идеально ровной и гладкой дороге. Сила удара колес о неровности дороги возрастает пропорционально квадрату скорости. Поэтому, например, при движении со скоростью 50 км/ч отдельные неровности высотой до 10 мм практически не сказываются на плавности хода автомобиля, при скорости же 90 км/ч они вызывают ощутимое подбрасывание колес. Конечно, покрытие дороги не может быть идеальным, оно всегда имеет неровности. Но с точки зрения водителей эти неровности должны быть такими, чтобы толчки от них полностью поглощались благодаря деформации шин. С другой стороны, идеально гладкое покрытие - серьезный недостаток дороги, так как при этом резко снижается коэффициент сцепления колес с дорогой. Поэтому покрытие автомобильных дорог должно иметь шероховатость с выступами и углублениями в 3 - 5 мм [ТКП 094-2012 Автомобильные дороги. Правила устройства асфальтобетонных покрытий и защитных слоёв]. С такой шероховатостью покрытия дорога зрительно воспринимается как совершенно ровная, и ее можно считать в наибольшей степени отвечающей требованиям безопасности и достаточно высокой комфортабельности движения.

На цементобетонных покрытиях безопасность дорожного движения так же может достигаться путём нанесения шероховатости на покрытие и путём обработки его поверхности с помощью специальных щеток. Фактура такого

покрытия должна быть однородной, а средняя глубина бороздок шероховатости должна быть не более 1,0 мм [ТКП 45-3.03-88-2007 Автомобильные дороги. Цементобетонные основания и покрытия. Правила устройства]. Нанесение шероховатости должно производиться, как правильно, перпендикулярно к оси покрытия.

Также, шероховатость бетонному покрытию может придаваться путём накатки или обработкой дорожной фрезой холодного типа, оборудованной микрофрезерным барабаном.

В зарубежных странах наряду с показателями ровности и шероховатости в отдельную группу выделяют факторы, повышающие удобство дорожного движения.

К ним относят безопасный съезд на обочину и использование покрытий из пористого асфальтобетона.

Безопасный съезд на обочину является простым, но эффективным решением, позволяя водителям, безопасно съезжать и возвращаться на проезжую часть в различных ситуациях. Вместо вертикального выпадения защитный край формирует край обочины до 30 градусов. Исследование показало, что это оптимальный угол, позволяющий водителям безопасно войти в проезжую часть. Асфальт безопасных съездов обеспечивает прочный и долговечный переход для всех автомобилей. Даже на высоких скоростях движения транспортные средства могут легко и быстро вернуться в состав потока.

Пористый асфальт повышает безопасность движения по дорожному покрытию при опасных погодных условиях. Так, пористые асфальтобетоны, позволяют дождевой воде сливаться через поверхностный слой и отходить в стороны, сохраняя при этом хорошую устойчивость к скольжению. Это уменьшает количество всплесков и аэрозолей на транспортных средствах, улучшая видимость и безопасность.

Таким образом, решение проблемы обеспечения безопасности дорожного движения относится к наиболее приоритетным задачам развития страны. На сегодняшний день активно разрабатываются программы, направленные на то, чтобы в ближайшие годы снизить смертность на дорогах во много раз.

Особое внимание при разработке программ концентрируется на системном подходе, который предполагает разработку комплексных мер, направленных на предотвращение ДТП и снижение тяжести их последствий. Именно такой подход должен лежать в основе национального долгосрочного подхода к обеспечению безопасности дорожного движения. Формируемая система обеспечения безопасности дорожного движения нацелена, прежде всего, на защиту жизни и здоровья участников дорожного движения. Вся дорожно-транспортная инфраструктура - дороги, элементы их обустройства, транспортные средства - должны взаимодействовать сконструирована таким образом, чтобы, с одной стороны, участник движения не попадал в конфликтные ситуации, а с другой стороны, в случае ДТП получал как можно меньший вред своему здоровью.

О ВЫБОРЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА С ГИДРООБЪЕМНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ, ПОВЫШАЮЩИХ ПОДВИЖНОСТЬ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

В отечественном и зарубежном транспортном машиностроении имеет место устойчивая тенденция по созданию высокоэффективных двигателей и трансмиссий для колесных и гусеничных машин с использованием гидрообъемных передач (ГОП). Главным их достоинством является возможность плавного изменения передаточного отношения между источником и потребителем мощности, возможность расширения зоны устойчивой работы турбопоршневых дизелей посредством введения гидрообъемных машин (ГОМ) в привод компрессора. Включение ГОП вместе с дифференциальными редукторами в механизм поворота гусеничной машины (ГМ) не только улучшает технические характеристики объекта (управляемость, маневренность, подвижность) и снижает утомляемости водителя, но и придает ему новые качественные свойства (например, возможность поворота с любым фиксированным радиусом). Методы исследования динамических нагрузок в силовых передачах с указанными устройствами в настоящее время разработаны недостаточно. В существующих работах [1, 2] динамические расчеты производятся отдельно для трансмиссии и процессов поворота; при наличии в силовой цепи ГОП не учитывается влияние упругости соединительных валов и сервопривода на развитие динамических процессов [3].

В докладе предложена математическая модель поворота, позволяющая определить параметры гидромашин (диаметр плунжеров, давление, обороты гидронасоса), редукторов и различных схем их компоновки на кинематические характеристики поворота. Приведены результаты экспериментов.

Кинематическая схема силовой передачи с двигателем типа 6ТД показана на рис. 1 без низкочастотного контура привода к турбине и компрессору. Ее отличительной особенностью является наличие гидрообъемной передаче механизма поворота (ГОП МП) и двух дифференциальных редукторов. На схеме показаны выпускной вал двигателя, дифференциальные механизмы, регулируемая (насос) и нерегулируемая (мотор) гидромашин, потребители мощности, шестерни и упругие безынерционные элементы с коэффициентами жесткости c_i ($i = \overline{1,4}$).

Главное внимание в исследованиях уделено анализу стационарного поворота – определению радиуса поворота и давлению в магистралях при заданном угле наклона шайбы и скорости движения объекта. На рис. 2 показана осциллограмма с записями параметров системы при повороте вправо на четвертой передаче.

1. С использованием процедуры Лагранжа построена модель процессов

поворота в форме системы дифференциальных уравнений, учитывающая двигатель, дифференциальные механизмы, регулируемую и нерегулируемую гидромашины, потребители мощности. В качестве обобщенных координат приняты разность давлений Δp в магистралях ГОП и углы поворота коленчатого вала $\vartheta_{кв}$ и нерегулируемой гидромашины ϑ_m :

$$\left. \begin{aligned} I_1 \ddot{\vartheta}_{кв} + I_0 \ddot{\vartheta}_m &= M_{дв} - (M_l + M_n) \alpha_1 + i_4 M_{жн}; \\ I_0 \ddot{\vartheta}_{кв} + I_2 \ddot{\vartheta}_m &= M_{жм} + \alpha_2 (i_2 M_l - i_0 M_n); \\ k_{ynp} \frac{d(\Delta p)}{dt} + k_n \Delta p + q_n e_n i_4 \dot{\vartheta}_{кв} + q_m e_m \dot{\vartheta}_m &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где I_0, I_1, I_0 – приведенные моменты инерции (выражаются через моменты инерции элементов механизмов поворота и числа зубьев шестерен); $M_{дв}$ – момент двигателя; $M_{жн}, M_{жм}$ – моменты, действующие на насос и мотор со стороны жидкости [4]; M_l и M_n – моменты сопротивления на эпициклических шестернях левого и правого дифференциальных механизмов; $k_{ynp}, k_n, q_n, q_m, k_{2н}, k_{2м}, e_n, e_m$ – характеристики ГОП; i_4 – передаточное отношение.

Третье уравнение системы (1) представляет собой уравнение неразрывности потока жидкости в магистралях гидрообъемных машин [5].

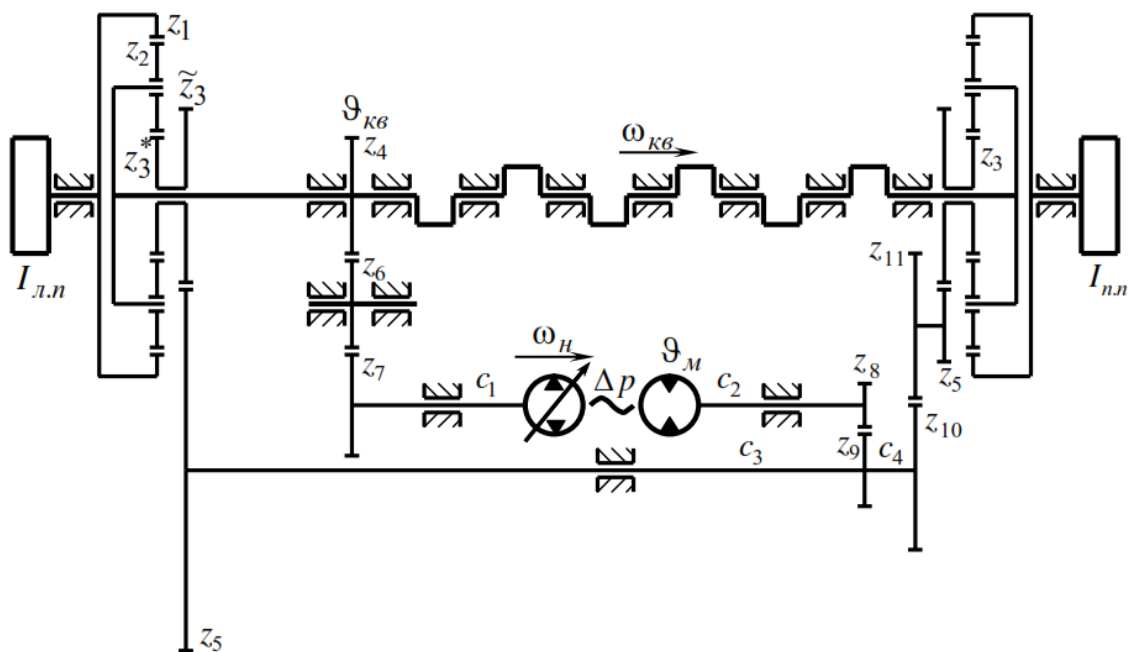


Рисунок 1 – Кинематическая схема механизма поворота с ГОП

2. Получена связь относительного радиуса поворота с углом наклона шайбы гидронасоса. Угловая скорость поворота корпуса выражена через скорости левой и правой гусеницы объекта, которые в свою очередь, в соответствии с кинематической схемой привода (см. рис. 1), найдены с помощью угловых скоростей гидронасоса, гидромотора, левой и правой

солнечных шестерен.

3. Установлена зависимость давления в нагнетающей полости от характерного объема гидромашин. Движение объекта на повышенных передачах приводит к повышению давления жидкости и срабатыванию перепускных клапанов – привод не обеспечивает необходимый радиус поворота объекта. Устранение этого недостатка возможно путем увеличения характерных объемов гидромашин и изменением компоновки механической части привода – исследовано влияние установки двойного сателлита.

4. Предложенный подход перспективен при разработке и совершенствовании аналогичных конструкций.

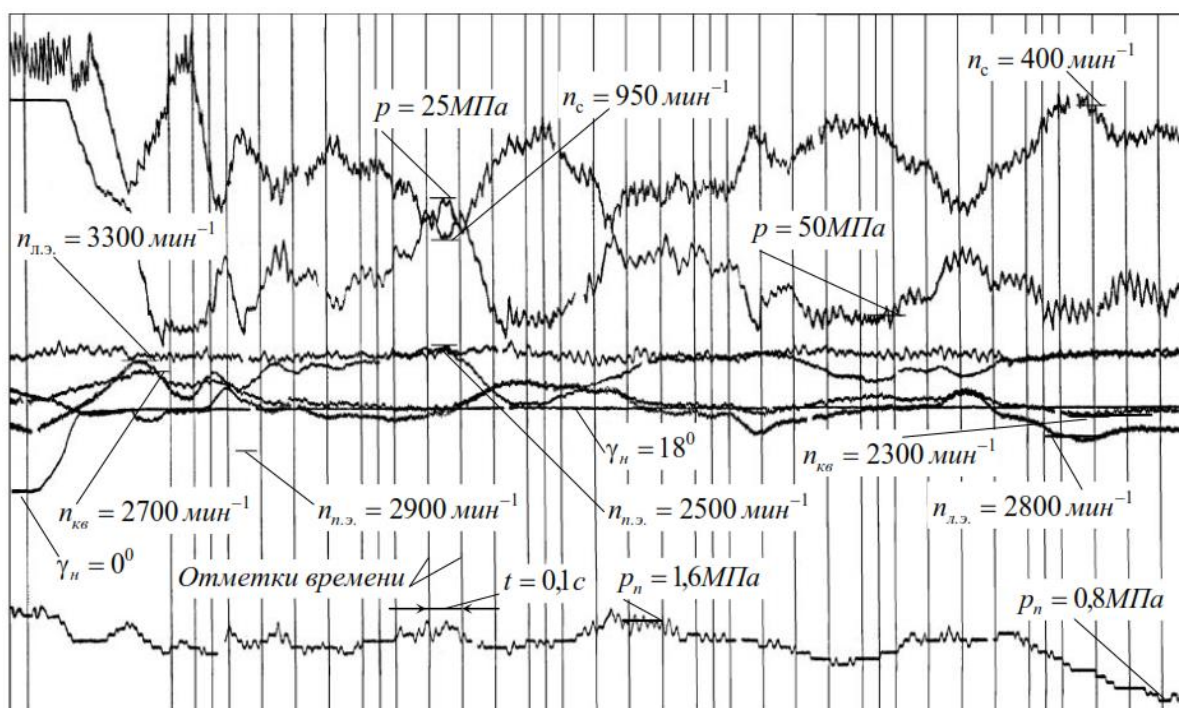


Рисунок 2 – Поворот вправо на четвертой передаче

Литература

1. Гуськов В.В., Онейко А.Ф. Теория поворота гусеничных машин / В.В. Гуськов, А.Ф. Онейко – М.: Машиностроение, 1984.– 316 с.
2. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин / Н.А. Забавников – М.: Машиностроение, 1975.– 268 с.
3. Шатохин В.М. Анализ и параметрический синтез нелинейных силовых передач машин: Монография / В.М. Шатохин.– Харьков: НТУ “ХПИ”, 2008.–456 с.
4. Кисточкин Е.С. Динамическая модель многопоточных бесступенчатых передач с гидрообъемным регулирующим контуром / Е.С. Кисточкин // Машиноведение.– 1978.– № 5.– С. 32-36.
5. Пасынков Р.М., Гайцгори М.М. Расчет гидрообъемных трансмиссий с учетом динамических нагрузок / Р.М. Пасынков, М.М. Гайцгори // Вестник машиностроения.– 1967.– № 10.– С. 48-51.

ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ТУРБОНАДДУВА ДВС ТУРБОКОМПРЕССОРА С ОБЩИМ РАБОЧИМ КОЛЕСОМ

Использование турбокомпрессоров для повышения удельной мощности двигателей стало довольно распространённым явлением. Однако задача эффективного применения турбокомпрессоров для турбонаддува поршневых двигателей в целях повышения их экономичности и экологических показателей остаётся весьма актуальной [1,3]. Её решение в значительной степени определяется уровнем совершенства организации происходящих в двигателях процессов, рациональным применением турбонаддува и степенью совершенства турбокомпрессоров. При массовом производстве турбокомпрессоров большое значение имеет также, чтобы технология их изготовления была недорогой.

В соответствии с применяемой классификацией наддува [2] различают двигатели с низким, средним и высоким наддувом. Таким образом, обеспечивается необходимый уровень форсирования ДВС.

Очевидно, что распространение турбонаддува в ДВС во многом определяется удобством применения и надежностью турбокомпрессоров. Для реализации поставленной задачи необходимо расширять область эффективной работы турбокомпрессоров. Это особенно актуально при малых расходах газа (менее 0,1 кг/с), когда традиционные турбомашины имеют невысокую эффективность [1-3]. Применение турбокомпрессоров нового типа – с общим рабочим колесом [4] значительно облегчает решение этой задачи, так как они более приспособлены к малым расходам воздуха (газа) в силу особенностей их работы и устройства. К тому же турбокомпрессор с общим рабочим колесом (ТКО) является одним из самых простых, компактных и недорогих в изготовлении. А так как данный тип турбокомпрессоров имеет примерно вдвое больший диаметр рабочего колеса (РК) по сравнению с традиционными турбокомпрессорами, то необходимые обороты ротора для достижения заданного напора компрессора почти в два раза ниже. Таким образом, развитие турбокомпрессоров с общим рабочим колесом позволяет значительно расширить возможности турбокомпрессоров в целом для применения их для турбонаддува ДВС.

Данный тип турбокомпрессоров в зависимости от направления движения воздушного и газовых потоков может иметь две схемы течения в межлопаточном пространстве РК – прямоточную и противоточную. Если направления газового и воздушных потоков совпадают относительно оси вращения РК, то схема течения в ТКО прямоточная, при противоположном движении потоков – противоточная (рис. 1). Для осуществления той или иной схемы течения в РК необходимо подбирать соответствующую форму лопаток

рабочего колеса и расположение соплового, выпускного, всасывающего и нагнетательного каналов относительно друг друга.

К попыткам создания парциальных безвентиляционных турбомашин можно отнести патенты на новый тип турбомашин, которые назвали однодисковыми турбокомпрессорами (ОТК), полученными в разных странах [5,6]. В 1978 году К. Мауэр из ФРГ получил патент № 2650515 на газотурбинный двигатель, имеющий ОТК. Конструкцию отличает простота и компактность. РК имеет плоские лопатки, расположенные радиально. Часть лопаток по окружности РК работает на сжатие воздуха в режиме парциального центробежного компрессора. Остальная часть РК служит для работы в режиме

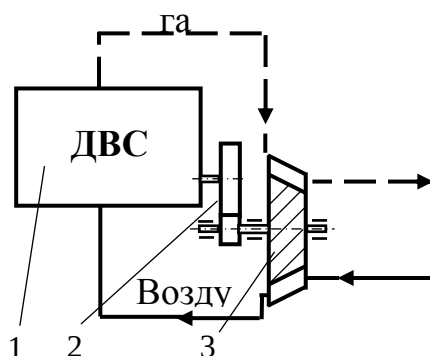


Рис. 1. Схема комбинированного двигателя с механической связью между ДВС и ТКО: 1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – зубчатая передача; 3 – турбокомпрессор с общим рабочим колесом

парциальной центростремительной газовой турбины. Хотя по рисунку к патенту РК в турбинной части работает в режиме вихревой турбины.

Ряд конструкций ОТК имеется в патенте США № 4757682, выданном в 1988 году [5]. РК разделены по окружности на компрессорную и турбинную зоны. Газ и воздух движутся по межлопаточным каналам, обтекая лопатки снаружи. Известны и другие патенты на ОТК. Например, Е.И. Кончаков из РФ, провёл обзор существующих конструкций ОТК и получил несколько патентов на свои варианты конструкций ОТК [6]. Однако отсутствие детально проработанной теории газодинамического расчёта проточных частей ОТК не позволили Е.И. Кончакову предложить эффективную конструктивную схему турбокомпрессора данного типа для её широкого применения в двигателях и в энергетических установках.

Проведенные исследования показали, что ТКО может использоваться для всех уровней турбонаддува. Рассмотрим каждый из них отдельно. Как показывает практика, схема расположения опор во многом определяется видом связи турбокомпрессора с двигателем: механической или газодинамической [2]. В силу малой осевой протяженности турбокомпрессора с общим рабочим колесом его можно располагать консольно на валу двигателя. В этом случае рабочее колесо ТКО будет одновременно выполнять функцию маховика. Данная схема наиболее целесообразна в высокооборотных двигателях (4...6

тыс.об/мин), где окружные скорости u на ободу маховика достигают 50...80 м/с, что позволяет обеспечить дополнительный наддув 2...4 кПа и тем самым увеличить соответственно мощность на 2...4%, а благодаря виду связи – приёмистость ДВС.

При такой компоновке отпадает необходимость в разработке подшипникового узла для ТКО, так как его ротор опирается на подшипниковые узлы двигателя. В этом случае снижаются масса, габаритные размеры и стоимость изготовления ТКО. Однако из-за малой окружной скорости лопаток рабочего колеса эффективность турбокомпрессора невысока.

Турбонаддув значительно эффективнее, если рабочее колесо ТКО будет иметь в 3–5 раз выше обороты, чем поршневой двигатель, т.е. когда турбокомпрессор и двигатель будут связаны через одну зубчатую передачу (рис. 1). Согласование поршневой части четырёхтактного двигателя с турбокомпрессором можно выполнить с помощью формулы

$$i_n = \frac{n_{mko}}{n_d} = \frac{\rho_k}{\rho_v} \frac{\eta_v i V_h}{(\pi D_{1cp})^2 h_1}, \quad (1)$$

где η_v – коэффициент наполнения; $i V_h$ – рабочий объём двигателя; n_d – частота вращения вала двигателя; ρ_v, ρ_k – плотность воздуха на входе в компрессорную часть ТКО и на выходе из неё.

Для определения эффективности работы ТКО при данном виде связи с ДВС были проведены расчетные исследования турбокомпрессора с осерадиальным рабочим колесом, наружный диаметр которого $D_{k2} = 0,18$ м. На рис. 2 показана расчётная характеристика компрессорной части ТКО. Из неё можно установить, что для эффективной работы данного турбокомпрессора он должен иметь обороты ротора ТКО не ниже 10 тысяч.

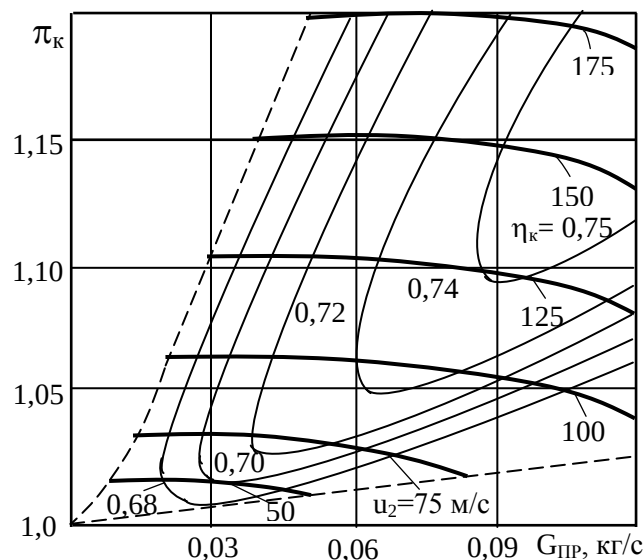


Рис. 2. Расчётная характеристика компрессорной части турбокомпрессора $D_2 = 0,18$ м

В связи с этим были проведены расчетные исследования

турбокомпрессора с наружным диаметром рабочего колеса $D_2 = 0,09$ м для тех же расходов воздуха, но не связанного зубчатой передачей с ДВС.

Исследования показали, что новый тип турбокомпрессоров, как и традиционные типы турбокомпрессоров, может использоваться с газодинамической связью поршневого двигателя и достигать довольно высоких напоров компрессора. На рис. 3 показана расчётная характеристика компрессорной части ТКО для двигателя со средним наддувом.

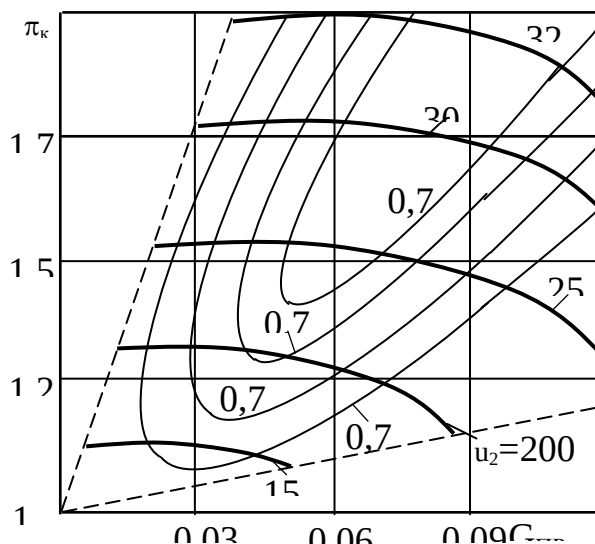


Рис. 3. Расчётная характеристика компрессорной части турбокомпрессора $D_2 = 0,09$ м

В отличие от традиционных турбокомпрессоров ТКО имеет переходные режимы работы РК, на которых происходит торможение и разгон потоков до необходимой скорости. Эта особенность несколько снижает напор и КПД компрессорной и турбинной частей. Чтобы учесть эту особенность компрессорной части, необходимо ввести поправочные коэффициенты, которые будут учитывать влияние на КПД и на напор или работу, её степень парциальности

$$K_{H_\varepsilon} = \bar{L}_\kappa^\varepsilon / \bar{L}_\kappa, \quad (2)$$

$$K_{\eta_\varepsilon} = \eta_\kappa^\varepsilon / \eta_\kappa. \quad (3)$$

где K_{H_ε} , K_{η_ε} – поправочные коэффициенты напора и КПД компрессорной части.

Таким образом, характер влияния этой величины на основные параметры эффективности компрессорной части можно определить по изменению соответствующих коэффициентов.

В турбокомпрессорах с прямоточной схемой движения потоков направления движения газа в турбинной части и воздуха в компрессорной части совпадают, точнее их расходная составляющая скоростей. Поэтому при смене режима работы лопаток рабочего колеса (из турбинного режима в

компрессорный режим работы и наоборот) данная схема движения потоков в турбокомпрессоре существенно менее инерционна.

Для проверки их результатов и апробации созданной методики расчёта разработано и изготовлено несколько опытных моделей турбокомпрессора. В силу малой осевой протяженности ТКО рабочее колесо в модели расположено на валу электродвигателя, который используется при исследовании компрессорной части. Чтобы увеличить частоту вращения РК, к валу опытной модели через муфту был подсоединён более мощный электродвигатель с регулятором оборотов. Результаты испытаний компрессорной части опытной модели ТКО с помощью более мощного электродвигателя показаны на рис. 4.

Для определения влияния турбинной части на компрессорную часть были проведены исследования ТКО, когда привод рабочего колеса осуществлялся от турбинной части при подаче сжатого воздуха. Результаты исследований модели ТКО, т.е. зависимости степени повышения давления компрессорной части от оборотов РК при работе турбинной части, показаны (рис. 4).

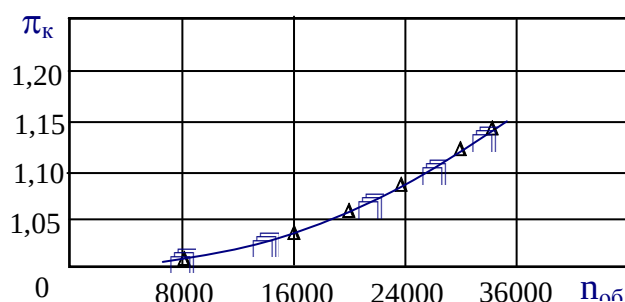


Рис. 4. Зависимости степени повышения давления компрессорной части опытной модели ТКО от оборотов ротора: $\square$ – при работе турбинной части; Δ – привод РК от электродвигателя; — – расчёт

При создании опытной модели не предполагалось, что её опоры будут работать при довольно высоких оборотах, поэтому частота вращения колеса ограничена.

Литература

1. Автомобильные двигатели с турбонаддувом/ Н.С. Ханин, Э.В. Аболтин, Б.Ф. Лямцев, Е.Н. Зайцев. – М.: Машиностроение, 1991. – 336 с.
2. Дизели. Справочник. Изд. 3-е, пер. и доп. Под общ. Ред. Ваншейдта и др. Л.: Машиностроение, 1977. – 480 с.
3. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие для вузов /А.И. Колчин, В.П. Демидов. – 3-е изд., пер. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 496 с.
4. Патент № 61913 України. МПК7 F02 C6/12. Турбокомпресор та спосіб його роботи /Шкабура В.А. (Україна); заявл. 5.01.99, опубл. 15.12.2003.
5. Патент США №47576827, F02C 3/00, F01D 1/12. Axial flow turbine / Bahniuk Eugene. № 07010471; заявл. 03.02.1987; опубл. 19.07.1988.
6. Кончаков, Е. И. Совершенствование судовых парциальных турбомашин на малых моделях [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.08.05 / Кончаков Евгений Иванович. – Владивосток, 2001. – 267 с.

7. Шкабура, В.А. Результаты исследований схем движения газовых потоков в турбокомпрессоре с общим рабочим колесом применительно к газотурбинному двигателю// Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – №8/24. – С.143-145.

Шкварла Іван Сергійович, магістр, shkvarla95@gmail.com

Філатов Сергій Валентинович, к.т.н., доцент,

Кучма Олександр Іванович, к.т.н., доцент

КВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»

ПОБУДОВА ГРАНИЧНО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ ПРИ ЙОГО РУСІ

Вступ. Підвищення ефективності транспортування вантажів за рахунок зменшення опору руху автомобіля є однією з актуальних проблем зменшення собівартості перевезень. Як відомо колеса автомобіля мають розвал та сходження. На вантажних автомобілях також є розвал та сходження, при цьому використовуються різноманітні конструкції рульової трапеції з підсилювачами, демпфіруючими пристроями та поперечною рульовою тягою. При куті сходження коліс у 4-5 градусів, потужність, що витрачається на рух автомобіля в три рази перевищує потужність при прямолінійному їх русі. При цьому сила тяги, необхідна для кочення колеса з уводом, може бути у декілька разів більшою за силу, необхідну при коченні без уводу.

Незважаючи на великі успіхи, досягнуті раніше в аналізі властивостей кочення колеса автомобіля, виявилось, що ніхто з поданих авторів не розглядав можливості побудови заснованого на цих рівняннях загального чисельного алгоритму розв'язання задачі МГЕ в теорії кочення колеса в залежності від навантаження на вісь[1].

Мета та постановка задачі. Метою даної статті є розробка гранично-математичної моделі колеса автомобіля при його русі на основі моделювання напружено-деформованого стану.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- розробити систему сил діючих на колесо автомобіля;
- застосувати оптимальні математичні рівняння і функції для колеса автомобіля;

- отримати ізолінії напружень в колесі автомобіля;

Моделювання виконується за умов:

- одного колеса - внаслідок симетричності системи відносно поздовжнього положення автомобіля на шляху без навантаження;

- моделювання деформацій нижньої частини колеса;

- для автомобіля з навантаженням на колесо;

- шина R22.Б 00-51HC50 E-4 (зовнішній діаметр – 550 мм, посадочний діаметр – 350 мм, ширина – 220 мм, модуль пружності = 25000 МПа, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3-0,5$). [1].

Досліджуються наступні варіанти:

1. Деформування колеса на горизонтальній поверхні $\alpha_n = 0 \text{ ‰}$.
2. Деформування колеса при профілі дороги $\alpha_n = 10 \text{ ‰}$.
3. Деформування колеса при профілі $\alpha_n = 20-100 \text{ ‰}$.

У такий спосіб було виконано розрахунки, на підставі яких встановлено закономірності зміни напружено-деформованого стану коліс на автодорогах з різним профілем. [2].

Аналіз моделювання напружено-деформованого стану колеса автомобіля.

На рис. 1, 2, 3 подано ізолінії σ_{xx} , σ_{yy} , τ_{xy} напружень у колесі, розташованому на горизонтальній поверхні.

Аналіз розподілу ізоліній горизонтальних напружень σ_{xx} показує, що вони є не симетричними відносно вертикальної осі, чого і слід було очікувати при куті розвалу-сходження коліс. В центральній частині контакту колеса з дорогою спостерігається їх концентрація до рівня 0,30-0,35 МПа. Зона концентрації напружень локалізується на рівні половини розглянутої області. [5].

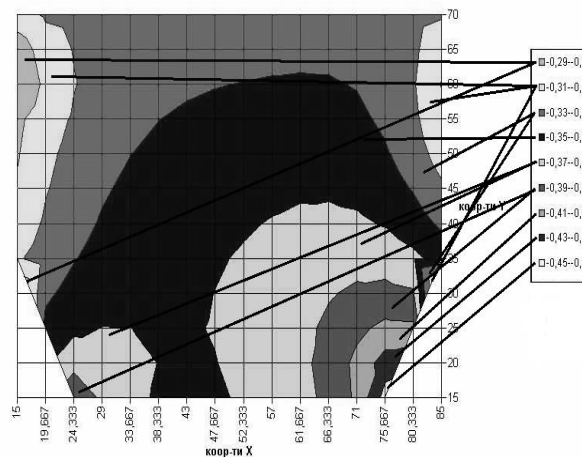


Рисунок 1 – Ізолінії горизонтальних напружень SIGXX в колесі автомобіля при $\alpha_n = 0 \text{ ‰}$

Аналіз розподілу ізоліній вертикальних напружень σ_{yy} показує, що в центрі колеса відбувається розвантаження напружень до 0,30 МПа, а по боках концентрація до рівня 0,45 МПа. Зони розвантаження і концентрації обмежені на рівні плечових частин колеса. [6].

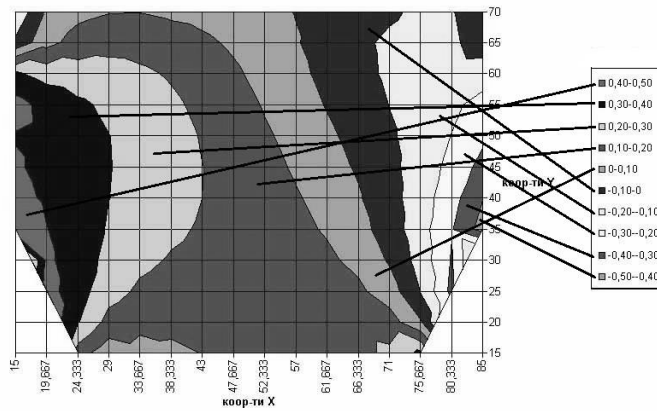


Рисунок 2 – Ізолінії вертикальних напружень SIGYY у колесі автомобіля при $\alpha_{\Pi} = 10 \text{ ‰}$

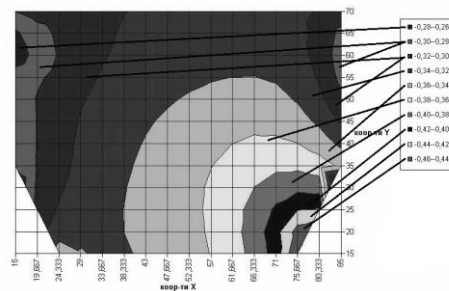


Рисунок 3 – Ізолінії дотичних напружень SIGXY у колесі автомобіля при $\alpha_{\Pi} = 20 \text{ ‰}$

Величини дотичних напружень τ_{xy} не перевищують 0,40–0,60 МПа і розташовані симетрично відносно вертикальної осі колеса. Максимальні значення напружень спостерігаються на плечових частинах колеса, що й характеризує різницю сил від уводу і сходження коліс автомобіля. [7].

Проведене математичне моделювання деформацій колеса дає можливість на цій основі проводити моделювання процесу руху автомобіля в залежності від кутів розвалу-сходження коліс і навантаження на вісь автомобіля. [8].

Висновки На основі розробленої математичної моделі напружено-деформованого стану колеса автомобіля можливо зробити наступні висновки:

- деформація колеса автомобіля залежить від навантаження і його швидкості;
- опір руху автомобіля згідно з рисунками ізоліній залежить від напружень у колесі автомобіля;
- зменшити опір руху колеса автомобіля можливо за допомогою підбору оптимального профілю автодороги або за допомогою застосування автоматичного засобу установки кутів керованих коліс, в залежності від швидкості, навантаження і матеріалу, з якого виготовлено колесо.

Література

1. Селифонов В.В., Хусаинов А.Ш., Ломакин В.В. Теория автомобиля: Учебное пособие. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 102 с.
2. Бреббиа К., Уонерс Д. Применение метода граничных элементов в технике / Пер. с англ. Л.Г. Корнейчука; под ред. Э.И. Григолюка. - М.: Мир, 1982. – 247 с.
3. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Метод граничных элементов в прикладных науках / Пер. с англ. А.Ф. Зазовского; под ред. Р.В. Гольштейна. - М.: Мир, 1984. - 424с.
4. Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. –М.: Физматгиз, 1962.- 254с.
5. Метод конечных элементов в механике твердых тел. – Киев.: Вища школа, 1982.- 478 с.
6. Сегерлинд А.Д. Применение метода конечных элементов - М.: Мир, 1979. - 200с.

Беляев Григорій Борисович, старший судовий експерт відділу автотехнічних досліджень лабораторії автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів ДНДЕКЦ МВС, 28_ate@ukr.net

ПИТАННЯ ЯКІ ВИНИКАЮТЬ У СУДОВИХ ЕКСПЕРТІВ ПРИ ПРОВЕДЕНІ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Нажаль, незважаючи на заходи, які вживаються нашою державою для поліпшення дорожньо-транспортної ситуації на дорогах країни, вона продовжує залишатися дуже й дуже складною. Невтішна статистика дорожньо-транспортного травматизму свідчить, що щороку на дорогах України гине понад 3,5 тисяч людей, а ще близько 40 тисяч зазнають тілесних ушкоджень різного ступеню тяжкості, надовго виринають зі звичного ритму, стають каліками на все життя, і ці цифри з кожним роком ростуть. Можна констатувати, що на наших дорогах йде неоголошена війна. Це вже не кажучи про значні матеріальні збитки від пошкодження „заліза” у тих пригодах, у яких, на щастя, обійшлося без травмування людей. І за кожною такою трагедією стоять живі люди, їх долі, горе і відчай їх рідних і близьких. Дорожньо-транспортні злочини нашим законодавством віднесені до категорії необережних. А тому значна, навіть провідна роль у визначенні тієї тонкої грані, яка відділяє кваліфікацію дії людини, що потрапила під нещасливий збіг обставин, від таких, що кваліфікуються як злочинні, покладена саме судових експертів автотехніків.

Одним з важливих напрямків діяльності Експертної служби МВС України є інженерно-транспортна експертиза, а саме дослідження обставин і механізму дорожньо-транспортних пригод (ДТП), дослідження технічного стану транспортних засобів та транспортно-трасологічні дослідження. Експертами-автотехніки Експертної служби МВС України виконується більше 20 000 експертиз на рік.

З огляду на проведений аналіз в ДНДЕКЦ МВС України варто зазначити,

що з метою забезпечення потреб слідства та судів у отриманні якісних доказів на даний час актуальне місце під час розслідування ДТП займають не лише традиційні напрямлення інженерно-транспортної експертизи. Так до Експертної служби МВС України надходить все більше матеріалів для проведення судової експертизи за напрямком інженерно-транспортної експертизи за спеціальністю 10.3 «Дослідження деталей транспортних засобів».

На даний час до підрозділів Експертної служби МВС вже надійшло понад 100 матеріалів по дослідженню деталей транспортних засобів (при тому, що по Україні лише 6 фахівців даного напрямку).

Метою інженерно-транспортної експертизи за спеціальністю 10.3 «Дослідження деталей транспортних засобів» є встановлення несправностей транспортного засобу, які загрожували безпеці дорожнього руху, причин їх утворення та часу виникнення, а саме: до дорожньо-транспортної пригоди (далі - ДТП), внаслідок неї або після неї. До основних об'єктів дослідження відносяться пошкодженні деталі та вузли ходової частини транспортного засобу (далі - ТЗ), гальмівної системи, системи рульового керування, а також світлові прилади транспортних засобів на предмет їх роботи в момент ДТП.

До фундаментальних задач, які виникають перед судовим експертом дослідження деталей транспортних засобів можна віднести: визначення та розпізнавання пошкоджень об'єктів, якщо такі маються, отриманих в процесі ДТП від тих, які були утворенні задовго або безпосередньо перед ДТП; причину утворення пошкоджень (заводський брак, механічні пошкодження, ремонтні роботи, втомленість металу, корозійні процеси та ін.); кінематичну схему з'єднання деталі чи вузла з іншими елементами пошкодженої системи транспортного засобу та їх функціональне призначення; як виявлене пошкодження могло вплинути на розвиток ДТП.

Серед основних питань, які ставлять ініціатори проведення експертиз за спеціальністю 10.3 «Дослідження деталей транспортних засобів», в залежності від об'єктів дослідження можна віднести:

- «Внаслідок чого сталося руйнування деталі чи вузла транспортного засобу (внаслідок удару, зношеності чи старіння металу)?»

- «Коли відносно моменту ДТП сталося руйнування досліджуваної деталі чи вузла ТЗ?»

- «Чи мав водій змогу виявити пошкодження деталі чи вузла ТЗ?»

- «Чи перебувала під напругою електрична лампа ТЗ в момент первинного контакту?»

- «Внаслідок чого сталася розгерметизація шини колеса ТЗ?»

Детальне дослідження внутрішніх компонентів світлових приладів ТЗ, а саме електричних ламп розжарювання, дозволяє визначити в якому фізичному стані знаходилась електрична лампа в момент первинного контакту в процесі ДТП, чи випромінювала вона світло.

Фрактографічні дослідження поверхонь зламів металевих деталей транспортних засобів дають можливість виявити розвиток втомних процесів

в тілі деталі, наявність металографічних дефектів та встановити загальний тип руйнування деталі.

Дослідження гумовотехнічних та полімерних виробів, до яких переважно відносяться деталі гальмівної системи ТЗ (гальмівні патрубки, ущільнюючі прокладки) та шини коліс ТЗ, дозволяють визначити час розгерметизації, її причину, а також класифікувати пошкодження за типом його утворення.

Сукупність ознак, які визначаються в процесі дослідження деталей ТЗ є важливим фактором для відповіді на поставлені питання. Зміна властивостей матеріалу після ДТП чи механічні пошкодження в процесі доставки речових доказів можуть кардинально вплинути на висновок судового експерта.

Серед проблем, які виникають у судового експерта при дослідженні деталей транспортних засобів можна виділити декілька основних, а саме: локалізація пошкоджень, отриманих в процесі ДТП в місці пошкоджень, утворених до ДТП, що ускладнює аналіз початкових ознак; неможливість завжди бути присутнім на огляді місця події для коректного вилучення речових доказів; штучне пошкодження деталей ТЗ зацікавленими в цьому особами; вплив атмосферного середовища на розвиток окисних процесів на поверхнях деталей, які потребують дослідженню.

Отже, підсумовуючи вищесказане, експертні дослідження за спеціальністю 10.3 «Дослідження деталей транспортних засобів» є вкрай важливими для встановлення причин ДТП і потребують постійного розвитку теоретичної, практичної та інструментальної бази з залученням більшої кількості спеціалістів даного напрямку.

Література

1. Н.Ф. Болховитинов. Металловедение и термическая обработка. М., Машгиз, 1961.
2. ДСТУ 3715-98 Метали. Види поверхонь руйнування (зломів). Київ. Держстандарт України 1998.
3. В.Д. Гардерман. Техническая экспертиза разрушения деталей автомобилей. - Редакционный отдел МВД СССР.- Киев, 1976.
4. В.Н. Волченко. Сварка и свариваемые материалы. Справочник Москва Металлургия, 1991.
5. Фрактография и атлас фрактограмм. Справочник. М., Металлургия, 1982.
6. Кузнецов А.С. Криминалистическое исследование автомобильных ламп / Кузнецов А.С. — М. ВНИИСЭ, 1981.
7. Кроль В. Реконструирование состояния автомобильных ламп при дорожно-транспортных происшествиях / Кроль В. Шлагенхауф М. Журнал специализированной информации ДЕКРА №18/82.
8. Бармасов А.В. Курс общей физики для природопользователей. Электричество / Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. - Петербург. БХВ, 2010.
9. ШТАРК А., Попытки деформации спиралей накала автоламп под воздействием задержек. Специальная экспертиза II. Журнал специализированной информации ДЕКРА №2/75 / ШТАРК А. - "ДЕКРА-Фахинформатионен" 2/75.
10. 10.3.04 Експертне дослідження гумотехнічних деталей транспортних засобів.

Буряченко Мария Владимировна, специалист по лазерному сканированию, навигационно-геодезический центр buriachenko.maria@ngc.com.ua.

СКАНЕРЫ ОТ LEICA GEOSYSTEMS (ШВЕЙЦАРИЯ) ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КРИМИНАЛИСТИКИ

Прогресс не стоит на месте, и как следствие, с каждым годом появляется новое и современное оборудование, учитывающее насущные потребности. Так, Leica Geosystems, постоянно совершенствует свое оборудование и разрабатывает совершенно новые концепты. Одними из последних разработок стали лазерные сканеры Leica BLK360 и RTC360 (рис. 1).



Рисунок 1. Лазерные сканеры Leica RTC360 и BLK360, соответственно.

Leica BLK360 и RTC360 – это компактные и высокоскоростные сканеры, успевшие зарекомендовать себя на рынке за небольшой период после своей презентации. Это первые сканеры, для работы которых нужно нажать всего одну кнопку. Кроме того, результаты работы могут быть получены непосредственно в поле.

Основными характеристиками, которые существенно влияют на выбор сканера для решения задач криминалистики – это вес, скорость и дальность сканирования. Рассмотрим их основные технические характеристики по сравнению с линейкой сканеров от Faro, являющейся наиболее близкой к сканерам Leica (см.табл.1).

**Сравнительная таблица
технических характеристик лазерных сканеров Faro и Leica**

Модель сканера	Скорость сканир.	Дальность сканир.	IP	Точность	Температура работы	Вес	Компенсатор
Leica BLK360	360 000 точек/сек	0,5 м до 60 м	54	3D положение: 4мм на 10м / 7мм на 20м	+5 до +40°C	1 кг	IMU
Leica RTC360	2 000 000 точек/сек	0,5 м до 130 м	54	Угловая: 18" Измерения расстояния: 1.0 мм + 10 ppm 3D положение: 1.9мм на 10 м / 2.9мм на 20 м / 5.3мм на 40 м	-5 до +40°C	5,53 кг	IMU
Faro Focus 3D X 330	976 000 точек/сек	0,6 до 330 м	Не указано	Измерения расстояния: 2.0мм до 10м 3D положение: не определено Угловая: не определено	+5 до +40°C	5,2 кг	Электронный уровень
Faro Focus 3D X 130	976 000 точек/сек	0,6 до 130 м					
Faro Focus 3D X 30	976 000 точек/сек	0,6 до 30 м					
Faro Focus M 70	488 000 точек/сек	0,6 до 70 м	54	Измерения расстояния: 3 мм до 10 м 3D положение: не определено Угловая: не определено		4,2 кг	

Кроме аппаратного решения Leica Geosystems предоставляет и программное обеспечение. IMS Map360 – это программа, которая позволяет пользователям импортировать, обрабатывать, анализировать, визуализировать и создавать готовые к отправке результаты исследования места преступления. EvidenceRecorder - это самое популярное в мире программное обеспечение для сбора улик об авариях и местах преступления, используемое специалистами для реконструкции происшествия.

Основные возможности и преимущества пакета IMS Map360:

- Получение данных с различных приборов, не только со сканеров, но и с лазерных рулеток, GNSS и других датчиков различных фирм производителей.
- Совместимость, как с приборами, так и с программами обработки от Leica Geosystems.
- Данная программа работает на Windows Mobile или Windows Tablets и ноутбуках, а следовательно, всю собранную информацию на месте преступления, можно представить в виде схем и карт непосредственно в поле.

- 3D-просмотр в поле дает реальное представление о данных, которые были собраны на месте происшествия.
- Возможность прикреплять фотографии и голосовые записи к карте, потому нет необходимости тратить время на заметки.
- Автоматическая прорисовка линий, что уменьшает время на построение чертежей.
- Не нужно сохранять действия, все постоянно автоматически сохраняется.
- Построение чертежей на основе CAD инструментария.
- Наличие библиотеки символов, формул.
- Осуществление расчетов развития аварии.
- Работа с облаком точек, полученных как от сканеров, мультистанций (MS60), так и от БПЛА.
- Работа со свидетелями
- Просчет траектории движения пули
- Составление протокола.

Таким образом, сравнивая технические и программные возможности, комплект, предлагаемый Leica Geosystems, имеет достаточное число преимуществ над аналогами, особенно при работе в симбиозе. RTC360 – первый сканер, имеющий скорость сканирования в 2 000 000 точек/сек. Наличие инерциальной системы позволяет осуществлять сканирование без использования марок (сравнивая с работой сканеров Faro, использование марок замедляет ход сканирования). Кроме того, инерциальная система позволяет располагать сканер в различные положения, а не строго устанавливать по уровню. Не маловажным плюсом сканера RTC360 является возможность работать и при отрицательной температуре.

Программное же обеспечение сочетает в себе все необходимые процедуры по анализу места происшествия, значительно упрощая и систематизируя работу, храня все записи в одном месте.

Ващенко Олег Олександрович, судовий експерт Житомирського НДЕКЦ
Левенок Олексій Іванович, судовий експерт Сумського НДЕКЦ

ПРОБЛЕМАТИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДТП

Технічні аспекти ДТП відносяться до автотехнічної експертизи, яка вивчає і аналізує обставини ДТП, встановлює механізм події та її стадії. При проведенні автотехнічної експертизи експерт зіштовхується в своїй діяльності з необхідністю проведення розрахунків, в яких використовуються технічні параметри автомобілів, такі як: габаритні розміри, розташування центру мас, довжина бази, колія автомобіля тощо. В методичній літературі, яка на даний час знаходиться в розпорядженні експерта, наявні дані, які були отримані в 80-х – 90-х роках минулого сторіччя і стосуються автомобілів радянського виробництва, проте немає таких даних для сучасних транспортних засобів. В таблиці 1 приведені данні про технічні параметри транспортних засобів вітчизняного виробництва виготовлених в СРСР та країнах пострадянського простору в 90-х роках.

Таблиця 1.

Координаты центра тяжести транспортных средств (в мм)

Марка и модель автомобиля	Расположение высоты центра тяжести от поверхности дороги		Расстояние от центра тяжести до оси передних колес	
	автомобиль без нагрузки	автомобиль с полной нагр.	автомобиль без нагрузки	автомобиль с полной нагр.
Легковые автомобили				
ЗАЗ-968, -968А	556	564	1285	1285
ЗАЗ-1102	559	569	1255	1270
«Москвич-412»	562	596	1000	1300
«Москвич-2138, -2140	570	600	1000	1300
ИЖ-2715	629	650	1155	1450
ИЖ-27151	560	600	1450	1674
ВАЗ-2101	552	562	1110	1370
ВАЗ-2102	562	633	1160	1350

Источники:

Свод методических и нормативно-технических документов в области экспертного исследования обстоятельств дорожно-транспортных происшествий / авт.-сост. Ю.Б. Суворов. М.: ВНИИСЭ, 1993. С. 127–132.

Кисляков Ю.Д. и др. Справочно-информационные данные для анализа ДТП. Алма-Ата: РМНИЦБД, 1998. С. 97–104.

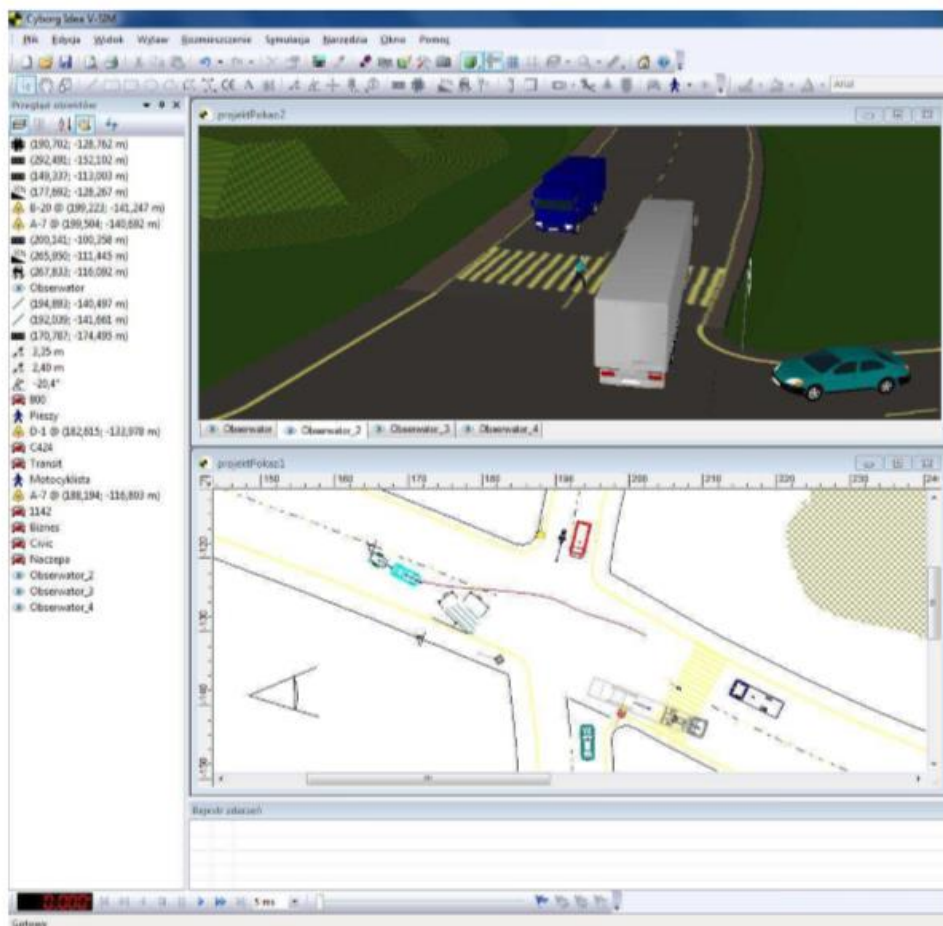
При вирішенні даного проблемного питання був проведений аналіз наявних на сьогоднішній день джерел (методичних видань, програмних продуктів), які б дозволяли експерту отримувати технічні параметри для сучасних моделей

автомобілів вітчизняного та іноземного виробництва. Сучасними джерелами, що дозволяють отримувати необхідні дані являються програмні продукти, такі як CYBID Idea V – SIM, PC – CRASH, CARAT – 4, AUTO – GRAF.

Комп'ютерна програма CYBID Idea V – SIM призначена для аналізу динаміки руху автомобіля та реконструкції ДТП. Дана програма дозволяє отримати необхідні технічні параметри автомобілів, які будуть використовуватись в подальшому для проведення розрахунків, надає можливості моделювати рух транспортного засобу – автомобілів, причепів та напівпричепів в різному дорожньому середовищі, з врахуванням законів динаміки руху. База даних даної програми містить необхідні дані більш ніж для 7000 сучасних транспортних засобів та постійно оновлюється.

При цьому мається можливість аналізувати рух, як одиничних так і багато - складених транспортних засобів. Рух транспортних засобів та їх взаємодію з елементами навколишнього дорожнього середовища аналізуються в трьох вимірному просторі (3D).

Робоче середовище продукту CYBID Idea V – SIM представлена на зображенні 1.1



Зображення 1.1 - Оболонка програмного виробу CYBID Idea V – SIM

Свойства: Транспортное средство "Astra"

Трансмиссия	Система управления	Тормозная система	Подвеска	Шины	Сцепное устройство	Кузов
Водитель	Начальные параметры	Фазы	Изображение	Позиция	Вид	
Информация	Размеры	Вес	Пассажиры	Нагрузка	Аэродинамика	Двигатель

Модель: Opel / Vauxhall Astra B Caravan 1.6 100 Изменить...

Общие данные

Тип кузова: Kombi
Класс (группа):
Производство с: 07.03.2003
Данные от:
Примечания:

Модель: Astra

Описание:

Параметры динамики

Максимальная скорость: 183 км/ч
Время разгона 0-100 км/ч: 12.0 с
Время проезда 400м: с
Время проезда 1000м: с

Цвет обозначения параметров

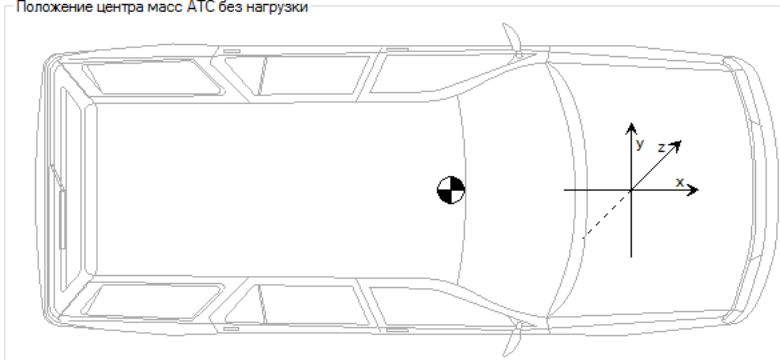
- Данные согласно производителя
- Данные усреднённые
- Данные введенные пользователем
- Другие данные

OK Отмена Справка

Свойства: Транспортное средство "Astra"

Трансмиссия	Система управления	Тормозная система	Подвеска	Шины	Сцепное устройство	Кузов
Водитель	Начальные параметры	Фазы	Изображение	Позиция	Вид	
Информация	Размеры	Вес	Пассажиры	Нагрузка	Аэродинамика	Двигатель

Положение центра масс АТС без нагрузки



Вес снаряжённого АТС: 1245 кг Допустимый полный вес: 1720 кг

Координаты центра масс АТС без нагрузки

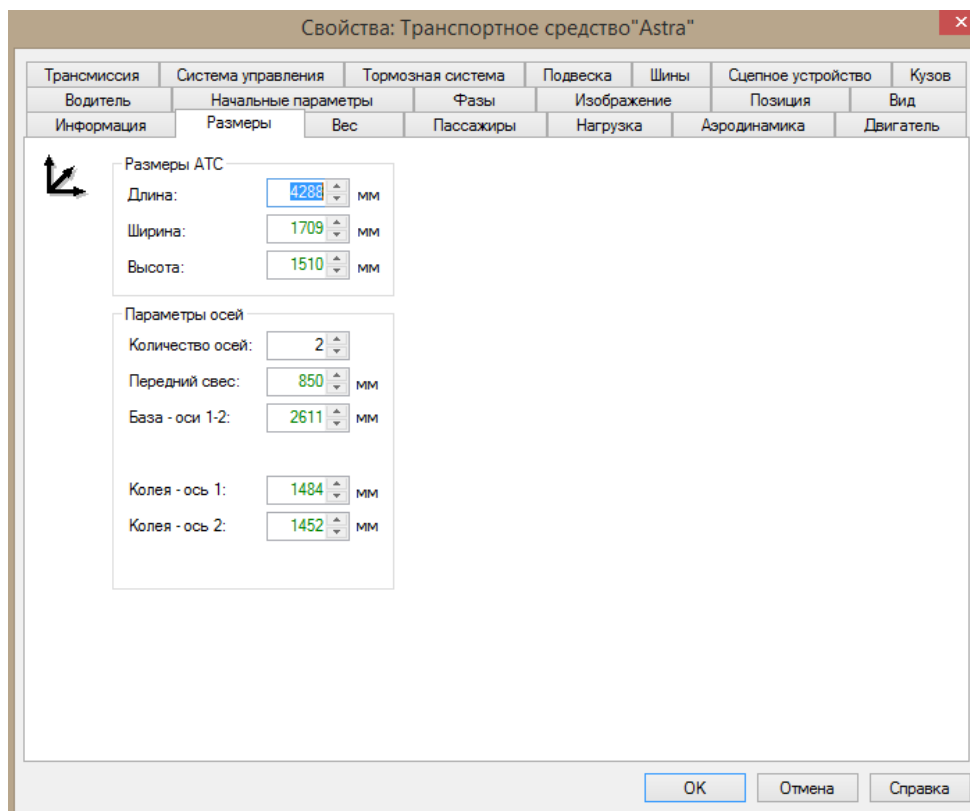
x^* (от передней оси): -1.04 м
 y^* (от продольной оси автомобиля): 0 м
 z^* (от опорной поверхности): 0.57 м

Момент инерции АТС без нагрузки

I_x^* (относит. продольной оси): 481 кгм²
 I_y^* (относит. поперечной оси): 2099 кгм²
 I_z^* (относит. вертикальной оси): 1984 кгм²

OK Отмена Справка

Зображення 1.2-1.3 - Технічні параметри автомобіля Opel Astra в програмі CYBID Idea V – SIM.



Зображення 1.4 - Технічні параметри автомобіля Opel Astra в програмі CYBID Idea V – SIM.

В залежності від представлених цілей моделювання, програма може знайти застосування в наступних областях:

- аналіз, моделювання та реконструкція ДТП при проведенні автотехнічної експертизи;
- проектування транспортних засобів, їх вузлів або їх модифікацій.

Висновки

Таким чином, використання програмного забезпечення CYBID Idea V – SIM при проведенні судової автотехнічної експертизи дозволяє отримувати необхідні технічні параметри сучасних транспортних засобів та зменшити витрати часу при проведенні подальших розрахунків.

Література

1. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП: підручник для вищих навчальних закладів / А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сарасєв, С.В. Данець. – Х.:ХНАДУ, 2013. – 320 с.
2. Пучкин В. А. Справочно-нормативные материалы для эксперта-автотехника [Текст] / В. А. Пучкин (Южный региональный центр судебной экспертизы МЮ РФ), В. И. Лозовой (ЮРГТУ): Юж.-Рос. гос. техн. ун-т Новочеркасск. - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. - 172 с. с табл.

Голов Андрій Вікторович, старший судовий експерт сектора автотехнічних досліджень відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів Дніпропетровського НДЕКЦ МВС України

ПРОБЛЕМАТИКА ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН ВІДМОВ МЕХАНІЗМІВ ТА ПРИЛАДІВ ДВИГУНА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.

Постановка проблеми. З кожним роком автомобілебудування впроваджує нові технології при проектуванні та в подальшому виробництві двигунів внутрішнього згорання. В сучасному світі до автомобільних двигунів висувають досить жорсткі вимоги, а саме: невеликий робочий об'єм двигуна, який повинен мати достатню кількість кінських сил та обертальний момент, гнучку зовнішню швидкісну характеристику. Досягаються вище перелічені показники за рахунок механізмів та приладів двигуна що збільшують наповнення циліндрів двигуна повітрям – це встановлення нагнітачів, компресорів, приладів які відповідають за зміну фаз газоутворення чи їх поєднанням. При збільшенні літрової потужності двигуна, щоб забезпечити його надійну та довготривалу роботу, необхідні якісні експлуатаційні матеріали та паливо, бо змінюється як температурний режим двигуна так і значення навантажень на деталі та вузли. На даний час у продажу великий асортимент експлуатаційних матеріалів та безліч АЗС які пропонують різні види палива. Однак власники транспортних засобів, які обладнані двигунами внутрішнього згорання, не мають можливості перед придбанням даних експлуатаційних матеріалів чи палива впевнитися у їх якості. В подальшому, при експлуатації ТЗ за призначенням, використовуючи матеріали та паливо, не рідко виникають різні несправності, відмови та ін. Дані обставини змушують власників проводити діагностику силових агрегатів, що в подальшому не виключає їх ремонт. Встановлення причини несправності, відмови механізму, системи чи приладу потребує кваліфікований підхід з використанням вимірювальних та фіксуючих інформацію приладів, а також програмного забезпечення. Встановлення причини, алгоритму її виникнення, в подальшому дає власнику можливість виявити обставини які призвели до наслідків, і висунути претензії СТО де відбувалося обслуговування двигуна чи його ремонт з метою відшкодування матеріальних збитків чи усунення несправностей. Також несправності двигуна, навіть такі, що призводять до його непрацездатності, можуть виникати під час експлуатації транспортного засобу на паливі, яке не відповідає своїм заявленим властивостям (нормам чи вимогам), що також призводить до матеріальних збитків. У зв'язку з цим, є нагальна потреба в розробці методики яка б дозволяла встановити причини несправності систем, механізмів, приладів та ін. двигунів внутрішнього згорання з метою подальшого встановлення осіб, чії дії призвели до матеріальних збитків.

Існуючі методи встановлення неполадок. Основним та найпоширенішим методом встановлення неполадок сучасного двигуна є його

діагностичне дослідження, бо сучасні двигуни обладнані великою кількістю датчиків які відстежують ті чи інші параметри, які в подальшому обробляються бортовим комп'ютером і якщо параметри виходять за межі нормативних про це інформують водія. Однак під час експлуатації транспортного засобу з двигуном внутрішнього згоряння в двигуні відбуваються складні термічні, хімічні, механічні та ін. процеси, що можуть призводити до порушення вихідних параметрів – це потужність та обертальний момент, при цьому можуть збільшуватися токсичні викиди до навколишнього середовища. Вище наведені процеси, які виникають в двигуні та впливають на вихідні параметри, не завжди відстежуються датчиками які встановлені та підтримують оптимальну роботу двигуну. В подальшому такі процеси призводять до змін структури матеріалу деталей двигуна, їх розмірів, що може супроводжуватися сукупністю ознак (потертості, задири, наволочення матеріалу, мінус матеріалу та ін.). Кожному механізму, системі, приладу двигуна притаманна одна чи декілька функцій, до того ж ці елементи виконують численну кількість циклів. Елементи двигуна, наприклад циліндро-поршнева група, сприймає тиск газу при такті згоряння-розширення та трансформує прямолінійний, зворотно-поступовий рух поршня в обертальний рух колінчатого валу. До складу циліндро-поршневої групи двигуна входять дві групи деталей: рухомі та нерухомі. До нерухомих деталей відносяться блок циліндрів та головка блоку циліндрів. До рухомих відносяться поршні з кільцями та поршневими пальцями, шатун. Найбільш поширеними пошкодженнями контактуючих деталей циліндро-поршневої групи є втрата рухомості компресійних кілець, чи кілець, які знімають мастило з робочої поверхні гільзи циліндра, руйнація перегородок поршневих кілець на поршні, чи само пошкодження поршня та пошкодження робочої поверхні гільзи циліндра. Даним деталям двигуна притаманні пошкодження з ознаками які можуть бути класифіковані по характеру виникнення з подальшим встановленням причини їх появи, тобто можлива класифікація даних пошкоджень, що дає можливість використовувати системний підхід при дослідженнях даного виду. Отже кожна несправність двигуна супроводжується зміною як внутрішніх так і можливо в подальшому вихідних параметрів, але вони підлягають систематизації, що в подальшому дозволить встановити причину виникнення даної несправності.

Висновки. Розробка методики яка б дозволяла встановити причини несправності систем, механізмів, приладів та ін. двигунів внутрішнього згоряння дасть можливість виконувати дослідження за цим напрямком під час виконання дослідження технічного стану транспортних засобів або дослідження деталей транспортних засобів.

Література

1. Арабули Ю. Г. Экспертная диагностика систем и агрегатов автомобилей; Урал. Судебная автотехническая экспертиза. Часть III. Выпуск 14 [Текст] / Ю. Г. Арабули. - М.: ВНИИСЭ, 1987.

2. Гардерман В. Д. Техническая экспертиза разрушений деталей автомобилей [Текст] / В. Д. Гардерман. - К., 1976.
3. Говорущенко Ю. А. Диагностика технического состояния автомобилей [Текст] / Ю. А. Говорущенко. - М.: Транспорт, 1970.
4. Михайловский Е. В. Устройство автомобиля [Текст] / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур. - [4-е изд., стереотип.]. - М.: Машиностроение, 1981.
5. Судебная автотехническая экспертиза. Часть III. Выпуск 6 [Текст] / В. П. Головкин и др. - М.: ВНИИСЭ, 1986.

Данець Сергій Віталійович, Харківський державний НДЕКЦ МВС України
Сараєв Олексій Вікторович, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

МЕТОДИ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ ПРИГОДИ

Аналіз практики розслідування кримінальних справ за актами злочинного порушення безпеки дорожнього руху та експлуатації транспортних засобів свідчить, що на кожному етапі реконструкції дорожньо-транспортної пригоди існують певні невирішені системні проблеми. По-перше, в протоколах огляду місця події не завжди в повному обсязі відображаються обставини події, дорожні умови, характер технічних пошкоджень транспортних засобів, сліди на дорожньому покритті. По-друге, існують об'єктивні труднощі використання даних з відеореєстраторів при встановленні швидкості руху, уповільнення і координат розташування транспортних засобів. По-третє, обмежена можливість застосування інформаційних транспортних систем рамками організації та безпеки дорожнього руху. У четвертих, застосування існуючих експертних методів дослідження дорожньо-транспортних пригод дає свідомо значну похибку при визначенні швидкості руху і ефективності гальмування сучасних транспортних засобів, обладнаних антиблокувальною системою гальм.

Концепція роботи пов'язана з послідовним застосуванням сучасних науково-технічних засобів на всіх етапах реконструкції дорожньо-транспортної пригоди. На першому етапі - це застосування лазерного сканера і спеціальних комп'ютерних програм для автоматизованої реконструкції картини події з точним встановленням усіх необхідних відстаней і розмірів. На другому етапі (з'ясування обставин події) - це використання записів реєстраторів та інформаційних транспортних систем для визначення параметрів руху транспортних засобів безпосередньо перед дорожньо-транспортною пригодою. Ці записи повинні бути покладені в основу отримання об'єктивних вихідних даних експертного розрахунку. На наступному етапі (розрахунку механізму дорожньо-транспортної пригоди) - це застосування детермінованих, статистичних та комп'ютерних моделей для визначення і оцінки параметрів руху транспортних засобів. Науково-статистична гіпотеза дослідження полягає в тому, що усталене уповільнення транспортних засобів категорії N1,

обладнаних антиблокувальною системою гальм, повинна підкорятися нормальному закону розподілу.

Наукова новизна роботи полягає в розвитку і вдосконаленні методів оцінки параметрів руху транспортних засобів. В роботі отримав подальший розвиток сучасний метод лазерного сканування місця дорожньо-транспортної пригоди та пошкоджень транспортних засобів. На противагу фотографічним і графічним методам, при яких експерти фіксують об'єкти вибірково, керуючись власним баченням ситуації, метод лазерного сканування забезпечує повне покриття зйомкою всього місця події. В цілому це дозволяє скласти більш об'єктивну схему розташування об'єктів, точно визначити відстані, розміри і пошкодження транспортних засобів, кут їх зіткнення, що необхідно для поліпшення точності моделювання та реконструкції механізму дорожньо-транспортної пригоди.

Отримав подальший розвиток метод оцінки параметрів руху транспортних засобів через запропоновану в роботі інформаційну транспортну систему з функцією дослідження дорожньо-транспортної пригоди. Це дозволяє в автоматизованому режимі більш швидко і об'єктивно, в порівнянні з традиційними експертними методами, отримати необхідні вихідні дані для експертних розрахунків.

Удосконалено метод отримання технічної інформації про параметри руху транспортних засобів за даними з відеореєстратора. На відміну від існуючих методів дослідження дорожньо-транспортної пригоди шляхом опитування учасників та свідків, при яких враховується суб'єктивне бачення ситуації на місці події, запропонований метод дозволяє більш об'єктивно з певною точністю визначити швидкість руху і координати розташування транспортних засобів при відсутності слідів гальмування на проїжджій частині дороги.

Доведено, що похибка вимірювання швидкості руху транспортних засобів за даними з відеореєстратора буде залежати від якості зображення зйомки, можливості визначити орієнтири, відстані між орієнтирами і швидкості руху автомобіля. У виконаних експериментальних дослідженнях відносна похибка в оцінці швидкості руху по відеореєстратору не перевищувала 2,1-7,4 %, при цьому абсолютна похибка склала 1,5-4 км/год.

Вперше отримано універсальний теоретичний закон щільності розподілу випадкової величини усталеного уповільнення транспортних засобів категорії N_1 , обладнаних антиблокувальною системою гальм. На відміну від відомих експертних методів запропонований статистичний метод дає можливість більш точно оцінити ефективність гальмування сучасних транспортних засобів категорії N_1 при відсутності слідів гальмування на дорожньому покритті. Це істотно впливає і на поліпшення точності оцінки швидкості руху транспортних засобів під час реконструкції дорожньо-транспортної пригоди.

Виконано дослідження з оцінки ефективності гальмування на 80 різних транспортних засобів категорії N_1 , які були обладнані антиблокувальною системою гальм. Експериментальні дані оброблені за допомогою методів математичної статистики і теорії імовірностей. Визначено статистики

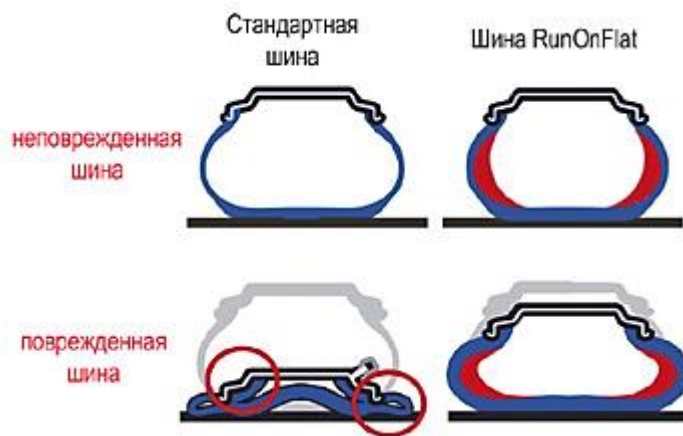
випадкової величини усталеного сповільнення: статистичне середнє (математичне очікування) $7,3 \text{ м/с}^2$; розмах розсіювання $R=3,55 \text{ м/с}^2$; середнє відхилення $\sigma=0,76 \text{ м/с}^2$; дисперсія $\sigma^2=0,57 \text{ (м/с}^2)^2$; коефіцієнт варіації $V=10,41 \%$. Доведено, що усталене уповільнення транспортних засобів категорії N_1 підпорядковується нормальному закону розподілу з досить високою імовірністю $P(\lambda)=0,86$. Вдосконалений в роботі метод дозволяє знизити похибку розрахунків усталеного сповільнення транспортних засобів категорії N_1 з 16-29 % до 7%, зупинного шляху - з 14-26 % до 4-6 %, початкової швидкості гальмування - з 5-12 % до 2%.

Денис Михайло Володимирович, старший судовий експерт сектору автотехнічних досліджень відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів Львівського Науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ТРАСОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.

Статистика ДТП показує, що біля 35 % призначення транспортно-трасологічних експертиз пов'язано з визначенням часу виникнення пошкоджень на шинах. І в якій би формі не формулювалась експертна задача, вона, як правило, зводиться до вирішення питань: коли — в момент ДТП, до нього чи після — виникло пошкодження на шині, і що явилось причиною його виникнення. В криміналістичній літературі питанням дослідження пошкоджень на шинах присвячена відносно невелика кількість робіт. В них автори стверджують (з чим неможна не погодитись), що трасологічні властивості шин залежать від їх конструктивних особливостей, які впливають на міцність та властивість шин протистояти пошкодженням, а також на відображення ознак слідоутворюючого об'єкта.

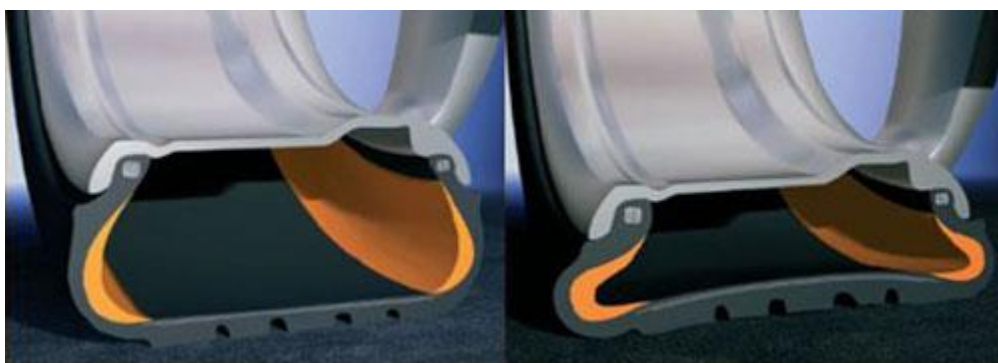
Потрібно звернути увагу, що за останні 10—12 років конструктивні характеристики автомобільних шин отримали ряд значних змін, що не могло не відобразитись на можливостях їх трасологічного дослідження та оцінки його результатів. Мова йде о технології автомобільних шин RunFlat (в дослівному перекладі — «їзда на спущених колесах»).



Шини, виготовлені по технології RunFlat, відносно недавно появились на ринку (2005—2006 рр.). Вони відрізняються от звичайних шин спеціальними міцними вставками в боковинах. Такі вставки надають шинам жорсткість навіть в той момент, коли в них не буде повітря. Це прямо відображається на безпеці водія та пасажирів. При розгерметизації шини на автомобілі можливо продовжувати рух при швидкості до 80 км/ч, при цьому відстань переміщення складає от 50 до 100 км. Якщо розглядати звичайну шину и шину, виготовлену по технології RunFlat в розрізі, то очевидно видно, що боковий каркас шин, виконаний по новій технології, має більшу товщину в порівнянні з звичайними шинами. Шина RunFlat, також має більш жорстке бортове кільце, що не дозволяє шині зіскакувати с диска при розгерметизації.

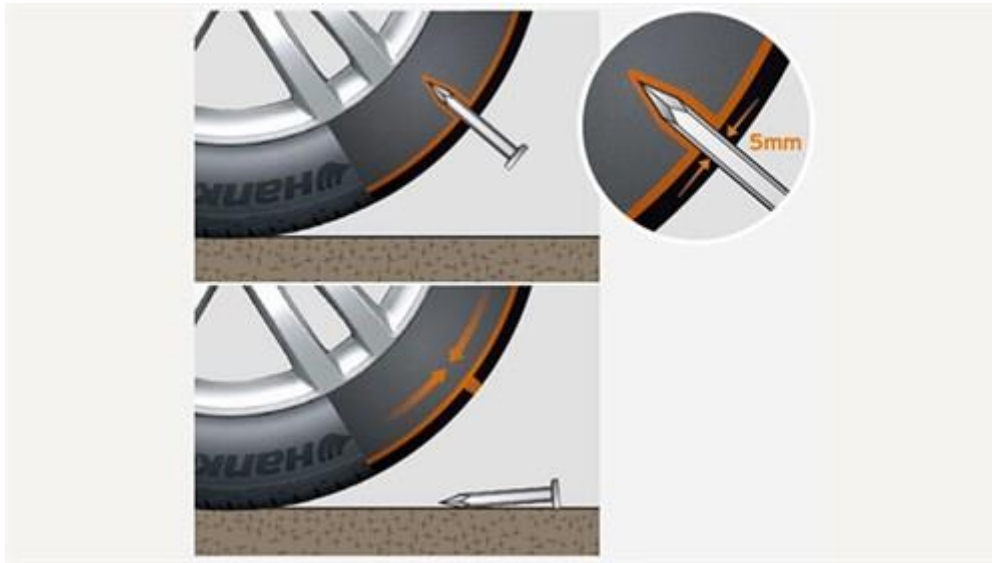
В наш час виділяють декілька типів шин RunFlat [5]:

1. Само підтримуюча конструкція. Тут необхідно відмітити борта і профіль шин, які характеризуються підвищеною жорсткістю. В профіль самого колеса вмонтовано спеціальне металічне кільце, що передбачає також збільшення жорсткості.



2. Само заклеюючі конструкції. Цей тип шин RunFlat особливо технологічно складний, але цікавий. В середині шини знаходиться додатковий шар, який у разі проколу «само затягує» отвір ушкодження. Концерн Continental пропонує системи самогерметизації ContiSeal, концерн Michelin - SelfSeal. Шинами с технологією ContiSeal забезпечуються в якості первинної

комплектації такі автомобілі як Volkswagen CC, Passat Alltrack, Sharan (Seat Alhambra), Passat / Passat Variant, Eos; Hyundai Equus и Kia K9 (Quoris).



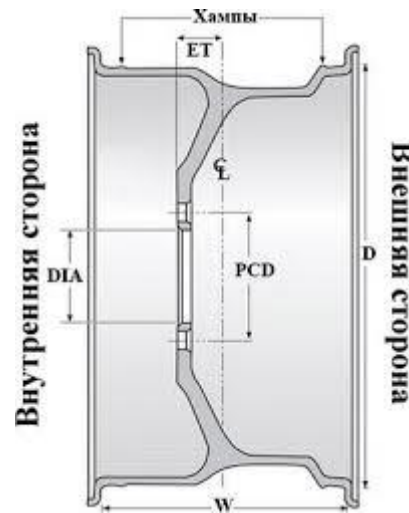
3. Шина, що має допоміжну конструкцію. Цей тип шин характеризується додатковою прокладкою, здатною в разі проколу утримувати масу автомобіля.



Варто особливо зауважити, що провідні виробники автомобільних шин гарантують стійке рух транспортного засобу з розгерметизованою шиною до 80 км/год. Обов'язковою вимогою при експлуатації шин RunFlat є наявність електронної системи контролю тиску в шинах. При її відсутності водій просто не зможе довідатись про те, що одно з коліс пошкоджено і пішов відлік максимально можливого пробігу (до 100 км), адже поведінка автомобіля навіть

на повністю спущеному колесі нічим не буде відрізнятися від його звичайної їзди.

Це істотний фактор, з-за якого слід встановлювати такі шини тільки для того автомобіля, який для них призначений. Так само виробники рекомендують використовувати резину RunFlat на спеціальних дисках з ободом EH2 (ободом з розширеними полицями хемпа).



Випуском шин по технології RunFlat займаються багато ведучих шинних компаній. Деякі великі автомобільні концерни, зокрема BMW, Mercedes, Porsche, MINI, Lexus; Chevrolet почали випускати автомобілі в початковій комплектації шинами RunFlat. У таких автомобілях в принципі не передбачено місце для запасного колеса.

Самозаклеююча конструкція шин.

Ці шини виготовляються з використанням унікальної композиції гумової суміші і мають конструкцію, схожу зі звичайними шинами: ні яких жорстких боковин або внутрішнього каркаса. Їх основна особливість - це шар спеціальної самозатягувального полімеру товщиною в кілька міліметрів, нанесений з внутрішньої сторони протектора. Злегка липкий на дотик полімер жовтого кольору (щоб відрізнити його від звичайної гуми при утилізації) на основі каучуку зберігає форму. Ця технологія справляється з проколами діаметром до 5-6 мм. Розглянутий вид шин має хорошу балансування, прокол або пробій не впливають на істотну зміну стійкості автомобіля при русі.

Шина, що має допоміжну конструкцію, виготовляється також концернами Michelin (серія PAX) и Continental (серія CSR).

Конструкція шини має внутрішній напівжорсткий полімерний кільцевий каркас. При розгерметизації шин відбувається втрата тиску, але автомобіль залишається на ходу і піддається керуванню, тому що вагу автомобіля бере на себе внутрішній каркас. Шини мають низький профіль, що позитивно впливає на керованість автомобіля, і гнучкі боковини, що покращує комфорт їзди в штатних умовах. В даній моделі шин обов'язково встановлюються датчики тиску в шинах, оскільки дальність і швидкість руху зі спущеними шинами

обмежені. Застосування таких шин досить обмежена і застосовується такими виробниками, як Rolls-Royce Phantom, Bugatti Veyron, броньовані представницькі автомобілі, Mercedes S600 Guard. Варто відзначити, що виробник гарантує можливість руху на спущеній шині до 30 км. Боковина такої шини не підсилена і досить пластична.

Необхідно відзначити, що трасологічне дослідження автомобільних шин, виконаних за сучасними технологіями, безсумнівно, має свої особливості. Однак, аналіз експертної практики свідчить про те, що експерти при проведенні транспортно-трасологічного дослідження не можуть встановити час утворення ушкоджень (до або в момент зіткнення утворено пошкодження). Особливо важко діагностувати ознаки пошкоджень, які є причиною дорожньо-транспортної пригоди (ДТП). Також слід зауважити, що дослідження таких моделей автомобільних шин в даний час зустрічається рідко.

В даній статті ми хотіли б оцінити прояву трасологічних ознак в пошкодженнях автомобільних шин, виконаних по новими технологіями. Відразу відзначимо, що нами не проводилися експерименти, спрямовані на утворення пошкоджень, на шинах, виконаних за новими технологіями, при різних умовах утворення, тому що це багатовитратний процес. Аналіз інформації проводився на підставі незначної кількості транспортно-трасологічних експертиз та даних о технології виробництва та випробування досліджуваних шин.

Як відомо, пошкодження автомобільних шин по часу їх утворення поділяються на:

- утворені до моменту пригоди (пошкодження, що є причиною ДТП);
- утворені в момент пригоди (пошкодження утворені внаслідок ДТП);
- утворені після пригоди.

Трасологічні ознаки вищевказаних пошкоджень описані і систематизовані в криміналістичній літературі [1, 2, 3, 4].

Аналіз прояв ознак пошкоджень автомобільних шин виконаних по технології RunFlat представляє, що пошкодження, утворені в момент події і після нього, по суті, аналогічні вищеописаним характеристикам. Однак, потрібно звернути увагу, що при спробі утворити «штучні» пошкодження самим автовласником на боковині шини будуть видно сліди неодноразового впливу колюче-ріжучим інструментом (об'єктом). Це обумовлено підсиленою і більш жорсткою боковиною шини (виключення самозаклеюючі шини, так як боковини в них стандартні). Відповідно, на торцях таких пошкоджень виявляються, динамічні сліди від гострих граней інструменту, розриви або розволокнення відсутні.

Більш докладного аналізу вимагають пошкодження, які утворились до моменту пригоди. Найголовніше це те, що шини RunFlat не дозволяють втрачати стійкість автомобіля до 80 км / ч (за даними виробників). З цього слідує, що якщо завідомо відома швидкість руху транспортного засобу в момент виявлення небезпечної (аварійної) ситуації, і ця швидкість складала

менше 80 км/год, тоді існуючі пошкодження не могли вплинути на зміну дорожньо-транспортної ситуації.

Що стосується слідів прокатки обода колеса на спущеній шині у вигляді темних полос на внутрішній стороні, то ці сліди відсутні. Виключення складають автомобільні шини системи Michelin (серія PAX), Continental (серія CSR), оскільки вмонтована в них полімерна вкладка контактує при розгерметизації шини з протекторною частиною і утворює широку темну полосу (до 70% від ширини шини).

Зміщення або повертання шин на ободі колеса, а також поперечні складки та потертості у внутрішній порожнині не спостерігаються.

Дані ознаки можуть утворюватися в шинах системи RunFlat тільки при значний по відстані переміщення на розгерметизованій шині (від 30-50 км, залежно від умов водіння). У такій ситуації типове місце утворення пошкоджень - так звана плечова зона (місце сходження підсиленої боковини та протекторної частини шини).

Варто звернути увагу на те, що в разі пробою самозаклеюючої шини (тобто пошкодження більше 10 мм), їй будуть притаманні всі трасологічні ознаки пошкоджень звичайної шини. Дана обставина повинна враховуватися експертом при виконанні дослідження.

В цілому, необхідно констатувати, що утворення пошкоджень, які виникли до моменту пригоді (являються причиною ДТП) на шинах системи RunFlat малоймовірно. В першу чергу це пов'язано з удосконаленою конструкцією шин – підсилена боковина, яку важко пошкодити різними об'єктами дорожнього покриття; підсилений корд, здатний витримати значні експлуатаційні перевантаження та механічні удари; розширені полиці хемпов обода колеса і підсилений борт, що дозволяють жорстко утримувати шину при розгерметизації; шар самозаклеюючої шини, здатний за долі секунди усунути пошкодження.

В заключенні ми хотіли звернути увагу на деякі особливості аналізу слідів при виконанні транспортно-трасологічної експертизи пошкоджень автомобільних шин. В певних випадках викликає ускладнення встановлення початкового положення шини, зміщеної відносно обода колеса. В такому випадку можна співставити слід на шині від балансувального грузила з місцем розташування даного грузила на ободі (або його слід). В даному випадку мова йде про так званих "набивних" балансувальних грузилах, встановлених (набитих) за допомогою скоби на замках диска. Так само можна встановити первинну позицію шини по сліду на ободі від дефектів (зносу, звивистості) бортового кільця шини.

Оцінюючи сліди прокатки обода колеса на спущеній шині, необхідно враховувати наявність слідів ремонту раніше утвореного пошкодження. Особливо таких пошкоджень, величина яких вказує на можливість різкої розгерметизації шин. Дана обставина іноді не дозволяє достовірно використовувати наявні сліди у вигляді темних концентричних прокатних полос для обґрунтування висновків. Справа в тому, що не виключено, що такі

ознаки утворилися раніше і не відносяться до предмету дослідження в рамках конкретного випадку. Виключення складають пошкодження, які мають на момент дослідження наскрізний, не герметичний характер.

Література

1. Гольчевский В.Ф., Власов Ф.М., Несмеянов А.А., Чепурных Н.К., Седов Д.В., Думнов С.Н. Теоретические основы решения практических задач автотехнической экспертизы. Ч. 1: Базовые основы теории автотехнических экспертиз: учеб./ В.Ф. Гольчевский, Ф.М. Власов, А.А. Несмеянов, Н.К. Чепурных, Д.В. Седов, С.Н. Думнов. — Иркутск: ФГКОУ ВПО ВСИ МВД РФ, 2014. — С. 365.
2. Кристи Н.М. Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о дорожно-транспортных происшествиях. Диагностические исследования: метод. пособ. для экспертов, следователей и судей. Ч. 1 / Н.М. Кристи, В.С. Тишин; под ред. Ю.Г. Корухова. — М.: Библиотека эксперта. 2006. — С.168.
3. Криминалистическая техника: учеб./под ред. К.Е. Дёмина. — М.: Юридин-т МИИТ, 2017. — С. 340.
4. Беляев М.В. Бушуев В.В. Демин К.В. Трасология и трасологическая экспертиза. Частная методика преподавания по специальности 031003.65 Судебная экспертиза // учеб.-метод. пособ. — М.: Моск. ун-т МВД России, 2013. — С. 120.

Денисов Геннадий Александрович, к.т.н., доцент, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова
Зеликов Владимир Анатольевич, к.т.н., доцент, зав. кафедрой, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова
Злобина Наталья Ивановна, аспирант, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

ОБОБЩЕНИЕ ВАРИАНТОВ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ НАЕЗДА АВТОМОБИЛЯ НА ПЕШЕХОДА

При исследовании наезда автомобиля на пешехода, вышедшего из-за препятствия, экспертам рекомендованы методики, учитывающие движение пешехода только перпендикулярно от края проезжей части. В реальных же условиях наезда движение пешехода может быть под углом в произвольном к автомобилю направлении (навстречу или попутно) в зависимости от мест притяжения на противоположной части улицы или дороги. Направление движения пешехода может быть определено следователем при расследовании дорожно-транспортного происшествия (ДТП) (по вытоптанной траве газона между тротуаром и дорогой и т. п.) и составлении схемы наезда.

Наибольшие трудности в процессе исследования такого вида ДТП для эксперта представляет нахождение удаления автомобиля от места контакта с

$$\frac{S_{y0} + a_x + (B_a - a_y)tg\beta - S_n \sin \alpha}{S_n \cos \alpha + B_a - l_y} = \frac{S_1 + \Delta_x + [(\Delta + l_y)tg\alpha - S_n \sin \alpha]}{S_n \cos \alpha - \Delta_y - l_y}. \quad (3)$$

При этом из треугольника обзорности ABC $tg\beta$ будет равен

$$tg\beta = \frac{S_{y0} + a_x - S_n \sin \alpha}{S_n \cos \alpha + a_y - l_y}. \quad (4)$$

Как видим, уравнения (1) и (3) отличаются знаками перед некоторыми членами уравнений.

Для расчета удаления автомобиля от места наезда и возможности упрощения составления программы исследования на ЭВМ, введем коэффициенты K_1 , K_2 и K_3 . Тогда для всех случаев наезда на пешехода, вышедшего из-за встречного $TC1$ под произвольным углом в любом направлении к $TC2$ при торцевом или боковом ударах запишем геометрическое условие в следующем виде:

$$\frac{S_{y0} + a_x + (B_a - a_y)tg\beta \pm K_1 S_n \sin \alpha}{S_n \cos \alpha + B_a - l_y} = \frac{S_1 \pm K_2 \Delta_x \pm K_3 [(\Delta + l_y)tg\alpha - S_n \sin \alpha]}{S_n \cos \alpha - \Delta_y - l_y}, \quad (5)$$

где $tg\beta$ определим как:

$$tg\beta = \frac{S_{y0} + a_x \pm K_1 S_n \sin \alpha}{S_n \cos \alpha + a_y - l_y}. \quad (6)$$

Неизвестные величины уравнений S_n и S_1 найдем из кинематических условий движения автомобилей и пешехода

$$S_n = \frac{V_n}{V_2} S_{y0}, \quad (7)$$

$$S_1 = \frac{V_1}{V_n} \left(\frac{\Delta + l_y}{\cos \alpha} - S_n \right). \quad (8)$$

Совместное решение геометрического и кинематических условий позволит найти удаление автомобиля $TC2$ от места наезда.

При исследовании бокового наезда формула (7) примет вид

$$S_n = \frac{V_n}{V_2} (S_{y0} - l_x).$$

В уравнениях при торцевом ударе $l_x = 0$, при боковом ударе $l_y = 0$.

Знак коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 для каждого варианта наезда при выходе пешехода из-за встречного $TC1$, движущегося во встречном или попутном направлении относительно $TC2$, представим в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры коэффициентов K в различных вариантах наезда

№ п/п	Вид наезда	Вариант дорожной ситуации перед наездом	Значения коэффициентов		
			K_1	K_2	K_3
		При ударе торцевой частью автомобиля			
1	Пешеход вышел из-за встречного ТС1	Пешеход вышел на проезжую часть во встречном ТС2 направлении после того, как ТС1 пересек и покинул полосу его движения (рис. 1)	+1	+1	-1
2		Пешеход вышел на проезжую часть в попутном ТС2 направлении после того, как ТС1 пересек и покинул полосу его движения	-1	+1	+1
		При ударе боковой частью автомобиля			
3		Пешеход вышел на проезжую часть во встречном ТС2 направлении после того, как ТС1 пересек и покинул полосу его движения	+1	+1	-1
4		Пешеход вышел на проезжую часть в попутном ТС2 направлении после того, как ТС1 пересек и покинул полосу его движения	-1	+1	+1

Література

1. Денисов Г. А. Нахождение удаления автомобиля от места наезда на пешехода, вышедшего из-за встречного транспортного средства // Бюллетень транспортной информации. 2012. № 3. С. 12-14.
2. The study of car collision with a pedestrian in limited visibility / Denisov G.A., Zelikov V.A., Spodarev R.A. // В сборнике: Science and education materials of the II international research and practice conference. 2012. С. 119-122.
3. Исследование наезда автомобиля на пешехода с использованием ЭВМ / Злобина Н.И., Денисов Г.А., Писарева С.В., Носов Р.Н. // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-1 (10-1). С. 217-219.
4. Денисов, Г.А., Мамаев, А.В. Совершенствование методики нахождения удаления автомобиля от места наезда на пешехода, вышедшего из-за неподвижного препятствия // Бюллетень транспортной информации. 2011. № 6 (192). С. 27-29.
5. Иларионов, В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. М.: Транспорт, 1989. 255 с.
6. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий. М.: Издат. центр «Академия», 2009. 288 с.

Євтушенко Володимир Миколайович, судовий експерт сектору автотехнічних досліджень відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів Чернігівського НДЕКЦ МВС України

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДТП ТА СПОСОБИ ЇХ ЗАПОБІГАННЯ.

1. Актуальність проблематики і ключова проблема

Статистичні дані за кілька останніх років: на дорогах України майже кожні дві години гине людина. В середньому за добу в ДТП гинуть 14 і

отримують травми понад 100 осіб. Кожні 16 хвилин у країні відбувається дорожньо-транспортна пригода (ДТП). Лише за минулий рік їх сталося майже 50 тисяч, загинули понад 7,5 тисячі людей - пішоходів, водіїв і пасажирів. Це удвічі більше, ніж при навмисних убивствах. Крім того зростає кількість травмованих людей в дорожніх аваріях - щороку понад 60 тисяч українців отримують травми різного ступеня тяжкості.

Основні причини автопригод з постраждалими

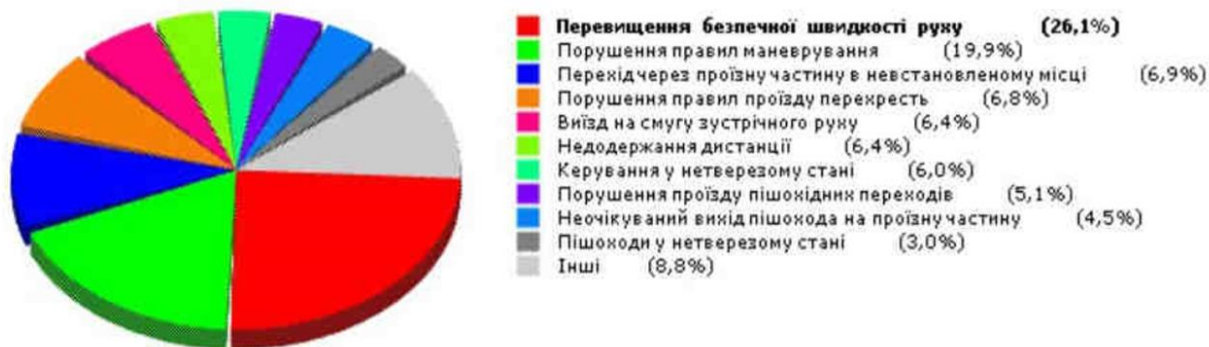


Рисунок 1 – Статистичні дані причин ДТП [1]

Як видно зі статистичних даних, близько половини потерпілих на дорогах України у ДТП - це саме пішоходи, а основна причина виникнення ДТП – це перевищення безпечної швидкості руху, тобто людський чинник. Існуючі зараз системи запобігання зіткненню, інтегровані у автомобіль, не можуть забезпечити дотримання безпечного швидкісного режиму автомобілем, а лише покладаються на його свідомість. Про те, як усунути вплив людського чинника, сьогодні думають тисячі інженерів, розробляють різні електронні пристрої, що допомагають водієві уникати фатальних помилок на дорозі.

У цьому зв'язку актуальними є пошукові дослідження підходів і методів системної підтримки та контролю діяльності водія, а також впровадження автоматизації проведення експертних досліджень та огляду місця ДТП, що підвищують якість автотехнічних експертиз, продуктивність праці експертів та виключають негативний вплив людського чинника.

2. Аналіз основних досягнень в сфері дослідження ДТП

Сучасна судова автотехнічна експертиза є експертним дослідженням, що проводиться з метою встановлення механізму і обставин дорожньо-транспортних пригод (ДТП) з врахуванням показників технічного стану автотransпортних засобів (АТЗ), психофізіологічних характеристик її учасників, якості та параметрів дороги, інших факторів. Різноманіття видів ДТП, складність та відсутність необхідних формалізованих уявлень про кожен з них, потреба в швидкій і якісній реакції на ДТП, що сталася, з боку органів

дізнання і нагляду, збереженість високого рівня суб'єктивізму експертів в оцінці ситуації перед ДТП і рішеннях, що приймаються, висока інформаційна місткість експертно-аналітичної діяльності, низький рівень використання в ній комп'ютерних технологій – усе в сукупності робить доцільною постановку і вирішення завдань автоматизації аналізу ДТП, як засобу підвищення суворості формалізації елементів його процедури, уніфікації вживаного математичного апарату, алгоритмів і програм, автоматизації – в межі близькій до повної. За останні десятиліття комп'ютери знайшли застосування у виконанні низки експертних досліджень, що проводяться при розслідуванні різноманітніших злочинів. Виділилися три основні шляхи безпосереднього застосування комп'ютерів в судовій експертизі: математизація окремих ланок експертного дослідження; повна автоматизація дослідження речових доказів; створення діалогових систем. У судово-автотехнічній експертизі з'явилися комп'ютеризовані методики моделювання і аналізу механізму ДТП, встановлення місця зіткнення автомобілів, оцінки дорожніх ситуацій тощо. На мою думку недалеке майбутнє автотехнічної експертизи буде пов'язане із застосуванням автоматизованих цифрових систем вимірювання й розрахунку на всіх етапах дослідження обставин ДТП:

- застосування лазерного сканування місця ДТП, на підставі чого можливе автоматизоване складання схеми ДТП зі встановленням усіх необхідних розмірів;

- використання записів різних реєстраторів даних про події, які дозволяють фіксувати параметри руху ТЗ до та після ДТП, що може бути покладено в основу отримання об'єктивних вихідних даних доекспертного розрахунку;

- застосування спеціальної цифрової апаратури при проведенні слідчих експериментів та прикладних програм для розрахунку механізму ДТП.

Саме тому одним з перспективних напрямків удосконалення проведення автотехнічних експертиз пов'язаний з використанням електронно-обчислювальних машин. Мета його полягає в автоматизації експертних досліджень, тобто в виконанні їх на певних етапах без участі експертів. Значення автоматизації експертних досліджень визначається тим, що на її основі забезпечується стабільна й висока якість автотехнічних експертиз, підвищується продуктивність праці експертів, суттєво скорочуються строки виконання експертиз.

Впровадження інформаційних технологій в експертну практику почало здійснюватися через моделювання ДТП, створення програмних комплексів, окремих програм виконання допоміжних розрахунків, програм підготовки експертних висновків. Переваги комп'ютеризації: кількісно – виконується значно більший об'єм розрахунків; якісно – зменшується вірогідність арифметичних помилок; з'являється можливість візуалізації результатів досліджень. За напрямками застосування для потреб автотехнічної експертизи комп'ютерні програми можна поділити на такі групи:

– фотограмметричні програми: PC-Rect, PhotoModeler Pro, Photorect, завданням яких є перетворення звичайних фотографій в зображення в ортогональній проекції (корекція перспективи), які можуть бути використані для виконання усіх видів вимірювань розташування об'єктів, що мають відношення до ДТП;

– програми просторово-часового аналізу руху транспортних засобів та пішоходів в умовах ДТП: Titan, Cyborg Idea SLIBAR+;

– графічні редактори, що дозволяють будувати масштабні схеми ДТП: PC-Draw, Auto-Graf, Plan, пакет програм «Cad Zone»;

– програми визначення параметрів руху учасників ДТП в заданих умовах: ARC, AR Pro, Analyzer Pro, «Auto-Text», WinKol (Kollision), Crash, Rec-Tec, Drive, RWD;

– системи візуального моделювання дорожньо-транспортної ситуації: SMAC, eSURV, CARAT, V-SIM, PC-Crash, «Експертиза ДТП» та інші.

Не дивлячись на те, що кожна з існуючих сучасних методик експертного дослідження, заснована на використанні комп'ютерів, специфічна і орієнтована на розв'язання конкретної задачі при дослідженні різних об'єктів, вони мають низку загальних властивостей:

1. В основі цих методик лежать принцип системної організованості об'єкта пізнання, кількісної визначеності та використання математичного апарату, функціональний і алгоритмічний підхід до процесу пізнання і пізнаваного об'єкта.

2. Методологічною передумовою, ланкою, що передує формуванню і застосуванню конкретної методики дослідження, є математичне моделювання об'єкта і розробка (чи вибір) алгоритму процесу його пізнання. Тут моделювання це не лише побудову моделі розв'язання певної задачі, але і створення моделі об'єкта аналізу, моделі порівняльного аналізу ознак тощо.

3. У структурі кожної з методик можна виділити характерні для будь-якої з них елементи: постановка задачі і визначення мети дослідження; поділ загальної задачі на окремі підзадачі; визначення конкретних засобів і прийомів їх реалізації; власне практична діяльність, що складається з певної сукупності трудових операцій; отримання результату і його оцінка; ухвалення рішення.

4. Жодна методика, заснована на використанні комп'ютерів, не охоплює усього процесу розв'язання експертної задачі. Їх використання, як правило, підвищує об'єктивність та автоматизує лише ту або іншу операцію (чи групу операцій), яка може відноситися як до самого процесу пізнання, так і до оцінки отриманих результатів. Тому використання комп'ютерних технологій ні в якому разі не виключає використання якісного підходу до об'єкта пізнання.

3. Сучасний стан проблеми запобігання ДТП

Щоб зменшити кількість ДТП за участю пішоходів, компанія Continental пропонує автовиробникам систему, яка автоматично зупиняє автомобіль при загрозі наїзду на пішохода. Система має дві відеокамери, комп'ютер, здатний

розпізнавати об'єкт попереду машини, визначити його розмір, швидкість і напрямок руху об'єкта. Якщо комп'ютер визначає небезпека зіткнення, вмикається екстрене гальмування. У цілому система попередження про ризик наїзду на пішоходів із функцією автоматичного гальмування складається з блока радара, який встановлений в передньому бампері машини, відеокамер, які встановлені на салонне дзеркало заднього виду і електронного блока управління. Audi, Mercedes і BMW також пропонують сучасні системи виявлення пішоходів, але тільки на автомобілях, які оснащені системою нічного бачення, оснований на технології нічних відеокамер. Нічне відеообладнання працює на інфрачервоних технологіях, які допомагають виявити автомобілю людей і тварин, показуючи водієві на центральній консолі ЖК-екрана світлі силуети об'єктів.

Компанія Honda зараз розробляє комунікації смартфона і автомобіля, яка оснований на технології передачі даних на невеликі відстані по спеціальному радіоканалу (DSRC). Ця система використовує смартфони, обладнані модулем GPS, за допомогою якого передаються спеціальні сигнали по радіоканалу. Так, коли автомобіль виявляє пішохода, який, приміром, йде впоперек дороги, то система попереджає водія звуковим і візуальним сигналом про небезпеку наїзду. Але це ще не все. Автомобіль з допомогою DSRC системи посиляє на телефон пішохода попередження про наближення транспортного засобу. Якщо в цей момент пішохід розмовляє по телефону, слухає музику або пише повідомлення, то програмне забезпечення смартфона припиняє роботу програм, які відповідають за дані функції, і починають попереджати пішоходів про небезпеку. Як бачимо, наявні у сучасних автомобілях системи запобігання наїзду на пішохода в більшості покладаються на людський чинник водія чи пішохода і вмикають аварійне гальмування тільки тоді, коли пішохід з'являється безпосередньо на шляху руху автомобіля. Крім того, швидкість аварійного гальмування може бути недостатньою. В сучасному місті, у безпосередній близькості від смуги руху автомобілів багато об'єктів, що обмежують оглядовість. Як наслідок відстані гальмівного шляху автомобіля при екстремому гальмуванні, може не вистачити що б загальмувати перед пішоходом який раптово з'явився на дорожньому полотні. Не слід забувати звичайно ж про людський чинник самих пішоходів, які можуть раптово вийти на дорогу. Поведінка пішоходів все ще залишається в певному сенсі найбільш поширеним і небезпечним видом дорожньої поведінки, оскільки принаймні іноді кожен учасник дорожнього руху виступає в ролі беззахисного пішохода. Особливість поведінки пішоходів залежить не в останню чергу від їх природних даних, у чому виражається їх відмінність від всіх інших учасників дорожнього руху. При цьому пішоходи мають різні здібності в пересуванні, початкову швидкість (приблизно в межах до 10 км/год), найменшу інерційність і максимальну мобільність у виборі напрямку руху. Як приклад для ілюстрації цієї обставини можна навести дорожню поведінку дитини, яка із стану спокою може несподівано побігти вперед, літніх людей, які при переході через дорогу можуть у найкоротший час змінити напрямок свого руху на 180°; пішохода,

який, щоб не потрапити в калюжу, може здійснити стрибок у сторону. Ці природні особливості роблять поведінку пішохода найменш передбачуваною для оточуючих. З іншого боку, для дорожньої поведінки пішохода існує найменша регламентація в обов'язковій для дотримання формі. Тому пішоходи щодо своєї свободи (в порівняно з іншими учасниками дорожнього руху) мають менше обмежень у чинних Правилах дорожнього руху. Часто згадувана «анонімність» пояснює, очевидно, саме безвідповідальність поведінки пішохода в рамках всієї транспортної системи. Емпіричні дані, згідно з якими пішоходи переважно орієнтуються на загальну обстановку і меншою мірою керуються Правилами дорожнього руху, підтверджують зроблений висновок про причини безвідповідальності. На ділянках суміщеного руху автомобілів, велосипедистів і пішоходів істотним чинником, що забезпечує безпеку, є обмеження швидкості. У багатьох країнах у житлових районах, близько шкіл і торгових центрів, були введені зони низької швидкості. В Європі гранична швидкість у подібних зонах становить зазвичай 30 км/год, а в житлових зонах і у дворах максимальна швидкість ще нижче – 10-15 км/год. В обох випадках недостатньо лише встановити дорожній знак обмеження швидкості, необхідно також застосувати заходи, які максимально виключають людський чинник із системи дотримання потрібного швидкісного режиму на дорозі. Результати досліджень у Великобританії показали, що введення швидкості 30 км/год зон привело до скорочення загального числа ДТП на 27%, аварій з пораненнями – на 61% і фатальних аварій – на 70%.

4. Проблематика, шляхи вирішення та перспективи

Задля максимального зниження впливу людського чинника на швидкісний режим руху на дорозі пропонується система автоматичного топографічного регулювання швидкості САТРШ. Система базується на сучасній системі навігації GPS, та можливостях сучасних бортових комп'ютерів автомобілів. Сучасні системи GPS навігації дозволяють із великою точністю визначати місце розташування автомобіля на карті. Бортові комп'ютери сучасних автомобілів мають дуже широкий спектр можливостей управління системами і механізмами автомобіля, без участі водія. Все це в сукупності дає можливість використовувати дану систему на практиці. У цілому система автоматичного топографічного регулювання швидкості (САТРШ) працює так. Для початку в базу даних GPS карт інтегрується інформація щодо максимальної дозволеної швидкості на кожній ділянці дороги відповідно топографічним особливостями виникнення ДТП (райони щільної забудови, дороги поблизу шкіл, торгових центрів, пішохідних переходах та ін.) Автомобіль, проїжджаючи певну ділянку дороги, сприймає з допомогою GPS навігатора інформацію про максимально допустиму швидкість у даний момент. GPS навігатор передає інформацію бортовому комп'ютеру автомобіля, який, в свою чергу, оцінює швидкість автомобіля в даний момент часу з максимально допустимою швидкістю і в разі перевищення швидкісного режиму

пригальмовує автомобіль за допомогою гальмівної системи або двигуна. Для впровадження САТРШ необхідно лише написати програму необхідної оптимізації та перепрограмувати бортовий комп'ютер автомобіля. Переваги цієї системи такі:

- невеликі трудові та матеріальні ресурси для реалізації;
- можливість випуску не тільки нових моделей автомобілів з даною системою, але й переобладнання більшості вже вироблених автомобілів;
- конструкційна універсальність для різних типів і моделей авто.

Висновки:

Автоматизація як процес передачі машинам, у тому числі і обчислювальним, усіх функцій, виконуваних людиною, вимагає при застосуванні її принципів до будь-яких процесів, у тому числі і експертних, розробки гранично чітких уявлень про механізм перетворення інформації на кожному кроці експертного процесу виконуваного людиною. Вона дозволяє охопити ті види ДТП, аналіз яких здійснювався на основі інтуїції і досвіду експерта, тобто формалізувати складні логічні і обчислювальні завдання, які не вирішували «вручну», надати велику об'єктивність і чіткість дослідженню, відійти від стереотипів, властивих суб'єктивному досвіду окремої особи експерта.

Сучасні системи запобігання наїзду на пішохода не запобігають утворенню аварійної ситуації на дорозі, а тільки сигналізують про неї водія та намагаються зменшити чи взагалі уникнути аварійної ситуації уже тільки після її настання. Така система суттєво може впливати на ситуацію безпеки на дорогах України. Вона прибирає найчастішу причину виникнення ДТП на сучасних дорогах – людський чинник. Запровадження подібних систем може суттєво спростити законодавчий бік питання у регулюванні швидкості руху на дорозі, зменшити навантаження на правоохоронні органи та побічно зменшити рівень корупції. Крім того, наведена система зменшує рівень навантаження на водія при керуванні, тим самим підвищуючи рівень комфортності керування, що, в свою чергу, може збільшити купівельний попит автомобілів з даною системою.

Література

[1] Сайт інтернетресурсу: <http://automir.in.ua/newsm.php?id=8493>].

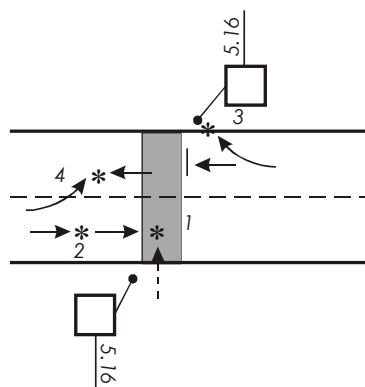
Капский Д.В. д-р техн. наук, доцент, декан автотракторного факультета БНТУ, гл. научный сотрудник Научно-исследовательского центра дорожного движения;
Врубель Ю.А., кандидат технических наук, доцент;
А.И. Сахарчук, канд. юридич.наук, доцент;

Кривицкий А.М., кандидат технических наук, доцент, Заведующий Научно-исследовательской лабораторией общих криминалистических и автотехнических исследований (ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь»)

ПРОБЛЕМЫ ТРАКТОВКИ НЕКОТОРЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ АВАРИЙ С УЧАСТИЕМ ПЕШЕХОДОВ

Правила дорожного движения являются нормативом **прямого действия** и предназначены, в первую очередь, для участников движения. Детальный анализ Правил представляет собой специальное исследование, которое не входит в наши задачи. В данной работе приведем лишь некоторые фрагменты, показывающие, что *отдельные положения действующих Правил несовершенны и нуждаются в коренном совершенствовании.*

Одним из самых болезненных является вопрос о *приоритете на нерегулируемом пешеходном переходе*. В самом деле, кто имеет преимущество – водитель или пешеход? По всем признакам, вроде бы, приоритет должен быть отдан водителю. Во-первых, автомобиль значительно «дороже» пешехода, поскольку он намного производительнее и в нем, как минимум, находится не меньше двух человек – водитель и пассажир. Для сравнения, час задержки пешехода стоит 1,2 долл., а час задержки автомобиля стоит от 7,7 долл. (легковой автомобиль) до 108 долл. (сочлененный автобус или троллейбус), т.е. от 6 до 90 раз дороже. Во-вторых, экологически автомобиль несопоставимо «грязнее» пешехода. При этом, как мы уже знаем, именно остановки, задержки или неравномерное движение транспорта и есть главное экологическое зло, главный источник вредных выбросов и транспортного шума. Наконец, автомобиль физически несравненно «сильнее» и опаснее пешехода – он мощнее, массивнее, габаритнее, жестче и скоростнее, к тому же его нельзя остановить сразу, мгновенно. Если для остановки пешехода достаточно около 2 м, то для экстренной остановки автомобиля (что в дорожном движении крайне нежелательно, потому что очень опасно) за городом требуется около 90 м, а в городе около 50 м. Любой пешеход, переходящий дорогу ближе этого расстояния перед движущимся автомобилем, с очень большой вероятностью может либо сам попасть в аварию, либо стать причиной аварии. Заметим, что на нерегулируемых пешеходных переходах типичными являются 4 вида аварий (рисунок 1) и наезды на пешехода составляют лишь около четверти от общего количества аварий.



- 1 – наезд на пешехода; 2 – попутные столкновения; 3 – наезд на неподвижное препятствие;
4 – выезд на полосу встречного движения

Рисунок 1 – Основные виды конфликтов на пешеходном переходе

Однако, не имея приоритета, пешеход не всегда может безопасно перейти дорогу, особенно при существенной транспортной нагрузке, на многополосных улицах, при недостаточной видимости и т.д. Это является прямым нарушением основополагающего права человека – права на жизнь. Поэтому некоторые все же считают, что на нерегулируемых пешеходных переходах нужно отдавать приоритет пешеходу, как это, якобы, делается на Западе – все дело в культуре поведения, утверждают они – это элементарное заблуждение, основанное на идеалистических представлениях о природе дорожного движения. Дело в том, что для передачи приоритета от автомобиля необходим *переходной интервал* – время, в течение которого участник, получающий приоритет, не имеет права въезжать (или входить) в конфликтную зону, пока ее не освободит участник, передающий приоритет. Это закон физики и его обойти просто невозможно. При передаче приоритета от автомобиля, движущегося со скоростью 90 км/ч, переходной интервал должен быть около 6 с, а движущегося со скоростью 60 км/ч – около 4 с. Разумеется, с понижением скорости автомобиля переходной интервал уменьшается, но он не может быть менее 1,5 с даже при скорости автомобиля, равной 10 км/ч. Именно с такой скоростью водитель сможет относительно безопасно приближаться к нерегулируемому пешеходному переходу, если около него будет находиться пешеход, имеющий приоритет и нет переходного интервала. Из-за такой скорости в районе нерегулируемого пешеходного перехода будут регулярно собираться очереди автомобилей, которые, как известно, сопровождаются не только огромными экономическими и экологическими потерями, но и авариями, в основном, попутными столкновениями.

Таким образом, на нерегулируемых пешеходных переходах давать приоритет пешеходу нельзя – это все равно, что на железнодорожном переезде давать приоритет автомобилю перед поездом или в лесу давать приоритет зайцу перед волком. Однако, не имея приоритета, пешеход не всегда может

безопасно перейти проезжую часть. Именно в этом и заключается проблема – приоритет пешеходу давать нельзя, а без приоритета он не может безопасно перейти дорогу, во всяком случае, в некоторых условиях. Есть ли решение этой проблемы? Да, есть – переменный приоритет, когда при необходимости приоритет передается от автомобиля пешеходу с *обязательным предоставлением автомобилю переходного интервала!*

Література

1. Комментарий к правилам дорожного движения / В.В. Бируля [и др.]. – Минск: Тонпик, 2009. – 560 с.
2. Правила дорожного движения. – Минск: Тонпик, 2012. – 76 с.
3. СТБ 1300-2014 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения (с изменениями и дополнениями)».

Кашканов Андрій Альбертович, к.т.н., доцент, докторант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, a.kashkanov@gmail.com

ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В ЗАДАЧАХ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Сучасна судова автотехнічна експертиза є експертним дослідженням, що проводиться з метою встановлення механізму і обставин дорожньо-транспортних пригод (ДТП) з врахуванням показників технічного стану транспортних засобів, якості та параметрів дороги, психофізіологічних характеристик її учасників та інших факторів. Розслідування обставин ДТП належить до категорії найскладніших. Не зважаючи на існування великої кількості методичної літератури та рекомендацій з розслідування вказаної категорії справ, проблеми експертизи ДТП, які існували раніше, існують й нині, не зважаючи на краще технічне оснащення, введення спеціалізації слідчих з розслідування цих справ, проведення навчання зі слідчими. Основною причиною такого стану речей є те, що при вирішенні задач автотехнічної експертизи ДТП прийняття рішень відбувається в умовах неповноти інформації, тобто в умовах невизначеності [1, 2].

В процесі прийняття рішень виникають різні види невизначеності в залежності від причин її появи. Зокрема розрізняють невизначеність [3, 4, 5]:

- кількісну, зумовлену значним числом об'єктів чи елементів в ситуації;
- інформаційну, обумовлену недостатністю інформації чи її неточністю через технічні, соціальні та інші причини;
- вартісну через надто дорогу чи недоступну плату за визначеність;
- професійну як наслідок недостатнього професіоналізму особи, що приймає рішення;
- обмежувальну (спричинену обмеженнями в ситуації прийняття рішень, наприклад обмеження в часі та інш.);
- зовнішнього середовища, пов'язану з його поведінкою чи реакцією на процес прийняття рішення.

Крім того, невизначеність може мати стохастичну або нечітку природу. При

прийнятті рішень стохастична невизначеність виникає при використанні даних, про які відомі не точні значення, а їх статистичні оцінки. Нечітка невизначеність властива практично будь-якій ситуації експертного оцінювання і може бути об'єктивною, властивою всім реальним величинам [3] чи суб'єктивною, властивою людській природі в цілому, і особливо можливостям людини оцінювати інформацію. Причинами виникнення суб'єктивної невизначеності є [2, 4, 5]:

- неповнота знань експерта про властивості об'єктів;
- його недостатній ступінь впевненості в правильності свої оцінок;
- суперечливість експертних знань;
- нечіткість представлення інформації;
- семантична невизначеність, пов'язана з неоднозначністю природної мови, недовизначеністю понять і термінів;
- особливості агрегування індивідуальних експертних оцінок тощо.

Ступінь неповноти інформації про ситуацію прийняття рішень може характеризуватись різними показниками. Уявляється доцільним використання ентропійного показника невизначеності, який є достатньо загальним як для статистичних, так і для експертних оцінок [3, 5]. Максимальне значення невизначеності характеризується апіорною ентропією H_{anp} , яка відповідає інтервальним оцінкам усіх умов прийняття рішення

$$H_{anp} = \sum_i \int_{y_{i\min}}^{y_{i\max}} \frac{1}{y_{i\max} - y_{i\min}} \log \frac{1}{y_{i\max} - y_{i\min}} dy_i. \quad (1)$$

Для здійснення розрахунків з використанням нечітких та стохастичних даних можна використати систему узагальнюючих функцій [5]. Висновок зумовлений такими міркуваннями:

- нечіткі твердження експерта ґрунтуються на його досвіді, який є неформальним (інтуїтивним) усередненням попередніх подій і обставин, які зустрічались експерту;
- методи налаштування (навчання) нечітких систем підтримки прийняття рішень в основному аналогічні методам накопичення статистичних даних, а отже їх результати з часом наближаються;
- операції згортки ймовірностей стохастичних даних, як і максимінні композиції функцій належності, є узагальненням операцій над чіткими детермінованими даними, отже вони мають спільну границю при наближенні невизначеності до нуля.

Узагальнююча функція – це додатно визначена функція на проміжку можливих значень аргументу, яка характеризує можливість π або ймовірність p прийняття аргументом значення з певного інтервалу $[x_1, x_2]$, $x_1 \in B$, $x_2 \in B$, за правилами

$$p = \frac{\int_{x_1}^{x_2} d[\beta(x)]}{\int_B d[\beta(x)]}, \quad \pi = \frac{\int_{x_1}^{x_2} d[\beta(x)]}{\max_B \int_{[x_{i-1}, x_i]} d[\beta(x)]}, \quad (2)$$

де $x_{i-1}, x_i \subset B, i=1 \dots n, n$ – кількість інтервалів розбиття B .

Узагальнююча функція $\beta(x)$ визначається таким чином. Для чіткого x , значення якого визначається статистично похибкою Δx , збігається за властивостями із щільністю (диференціальним законом) розподілу ймовірностей $\beta(x) = f_x(x)$. Для чіткого x , значення якого визначається точно $\beta(x) = \delta(x)$, де $\delta(x)$ – дельта функція Дірака [5]. Для нечіткого x , значення якого задається функцією належності $\beta(x) = \mu_N(x)$, де $\mu_N(x)$ – нормована функція належності.

Аксіоматична основа системи узагальнюючих функцій базується на множені аксіом теорії ймовірностей, нечіткої логіки та обробки числових даних:

- аксіоми очікуваної корисності Неймана – Моргенштерна [6];
- аксіоми узагальнення стохастичної та нечіткої невизначеності [5];
- аксіоми функціонального аналізу [7].

В якості критерію оптимальності приймається узагальнена ентропія, яка є мірою невизначеності втрат від прийнятого рішення

$$H_y(y) = \int_G \beta(g/y) \log \beta(g/y) dg, \quad (3)$$

де G – система узагальнюючих функцій переваг (втрат) при прийнятті рішення; y – рішення; g – функція невизначених параметрів задачі.

Отже, умови невизначеності при прийнятті рішень характеризуються відсутністю достатньої кількості інформації для доцільної організації дій. Якість процесу розробки рішень залежить від повноти врахування всіх факторів, що впливають на наслідки прийнятих рішень. Невизначеність можна усунути повністю чи частково двома шляхами: поглибленим вивченням наявної інформації або набуттям інформації, якої не вистачає. Зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП має принципове значення, оскільки це є основою забезпечення обґрунтованості, об'єктивності, достовірності висновків експерта та можливості їх використання в якості доказів.

Література

1. Туренко А. М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с.

2. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.
3. Гнатієнко Г. М. Експертні технології прийняття рішень: Монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
4. Зайченко Ю. П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах / Ю. П. Зайченко. – Киев: «Издательський дом «Слово», 2008. – 344 с.
5. Дубовой В. М. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами : монографія / В. М. Дубовой, О. О. Ковалюк. – Вінниця : Універсум-Вінниця, 2008. – 185 с.
6. Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман, О. Моргенштерн. – М. : Наука, 1970. – 707 с.
7. Колмогоров А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. – М. : Физматиз, 1968. – 469 с.

Кищун Володимир Андрійович, к.е.н., доцент, Луцький національний технічний університет

Лещенко Юрій Олександрович, магістрант, Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ДТП ЗА ДОПОМОГОЮ СИМУЛЯТОРА ЇЗДИ F12HF-3/A88-NR

Безпомилковість керування автомобілем залежить не лише від психофізіологічних особливостей людини, але й від умов, у яких проходить рух транспортного засобу. Детальний аналіз усіх видів дорожньо-транспортних пригод (ДТП) неможливий без виявлення факторів, які їх викликають. У більшості країн громадська думка та офіційна статистика найчастіше вбачають причини аварії у помилках водіїв. Так, Всесвітня організація охорони здоров'я вважає, що 9 з 10 пригод спричинені з вини водіїв.

При аналізі ДТП інколи складається враження, що причиною аварії є технічна несправність. Проте, частіше за все в цьому винне порушення правил дорожнього руху та обставини середовища дорожнього руху. Наприклад, наїзд на пішохода зазвичай пояснюють перевищенням швидкості чи запізнитим застосуванням гальм. Натомість, і технічні несправності впливають на кількість випадків ДТП.

Фактори, які сприяють виникненню ДТП, можна розділити на три умовні групи: через дії людини (учасників дорожнього руху), через несправності транспортних засобів та дорожні умови. Як свідчить статистика, розподіл причин ДТП виглядає таким чином:

- через помилкові дії людини – 70 ...85%;
- через незадовільний стан доріг і невідповідність дорожніх умов характеру руху – 10...15%;
- через технічні несправності автомобіля – 3...5% [1].

При дослідженні ДТП, значну частину необхідних даних складно зібрати, у зв'язку зі складністю моделювання аварійних ситуацій в реальних умовах та

високою вартістю випробувань на усіх рівнях “польових досліджень” [2]. Як альтернативу, пропонується використати електронний симулятор їзди, обладнаний усіма необхідними органами керування автомобілем та, значною для дослідження, базою критеріїв симуляції аварійних ситуацій і факторів управління автомобілем.

Симулятор їзди F12HF-3/A88-NR – це, у першу чергу, комп’ютерна програма, яка імітує процес водіння авто. Програмне забезпечення базується на, візуально-ідентичному реальним умовам, графічному інтерфейсі [3].

Віртуальний світ включає в себе сільські райони, дороги у горах і в місті, шосе і автомагістралі. Також передбачені перехрестя, світлофори, дорожні знаки, спуски, підйоми і повороти, лісові дороги, з’їзди і виїзди на автостради. Система показує будинки, вулиці, анімованих пішоходів та тварин; запрограмовані також вантажні і легкові автомобілі, мотоцикли, велосипедисти та інші транспортні засоби.

Подорожі реєструються і можуть бути оцінені. До оціночних складових симуляції відносяться повтори, діаграми оцінок, файли журналів і система аналізу помилок.

Не менш важливим елементом симулятора є апаратна складова: кермо водія з елементами управління, панель приладів, педалі, сидіння, важіль перемикавання передач, а також пристрої візуалізації симуляції – цифрові проектори та екрани, комп’ютер для обробки даних (див. рис. 1).

Варіанти симуляції можуть бути різноманітними. Наявне меню “вибір маршруту”; за допомогою цього алгоритму можливо вибрати “світ”, в якому відбувається керування автомобілем.



Рисунок 1 – Апаратна складова стимулятора

Доступні такі віртуальні маршрути:

а) місто. Водій їде містом, дорога пролягає через перехрестя, нерегульовані і регульовані світлофором;

б) передмістя. Водій починає рух на автомобільній дорозі. Його маршрут пролягає через місто, а потім продовжується на шосе ;

в) шосе. Рух відбувається виключно дорогами без перехресть та лише за участю автомобілів. Дорожні умови аналогічні класифікації “автомагістраль”;

г) гори. Рух відбувається, як на підйомах, так і на спусках з гори, маневрування “гірськими серпантинами” та інші.

З метою проведення аналізу подорожі можна відобразити діаграми. Вони ілюструють часові показники, і параметри автомобіля, такі як позиції педалі, швидкість руху, вибір передач відповідно умов і смуги руху тощо.

Також, доступні діаграми з даними про використання автомобілем палива, роботи двигуна, відповідності дій водія оптимальним рекомендаціям безпечного та економного водіння.

При виборі сценарію руху та його варіантів, можна встановити додаткові параметри симуляції, зокрема:

а) вибір погодних умов і години доби (сонце, дощ, туман, сніг, день, ніч, сутінки);

б) небезпечні ситуації, які можуть також бути запрограмовані додатково, користуючись інструкцією виробника, призначеною для впровадження індивідуальних умов симуляції. Так, симуляція алкоголю включає градацію ступеня сп’яніння водія;

в) вибір систем безпеки (відсутня, ABS, ABS+ESC).

Після моделювання небезпечної ситуації на вимогу з’являється детальна інформація про швидкість руху під час події, час реакції, гальмівний шлях, гальмівну поведінку і відповідність дій водія заданому сценарію.

Окрім того, на кожній “мапі” симуляції можна задати певний сценарій, згідно з яким будуть розвиватись події симуляції. У списку сценаріїв запрограмовані:

- зупинка перед знаком чи на перехресті;
- раптова поява пішохода на дорозі;
- поява тварини на трасі;
- падіння вантажу з автомобіля, який рухається попереду;
- можливі інші довільні сценарії, при програмуванні інтерфейсу симуляції через термінал.

Наприкінці симуляції їзди можна отримати і надрукувати звіт, в якому перераховані вимірювані значення та додатково вказується середній час реакції.

Висновки. Зважаючи на швидкість розвитку цифрових технологій та необхідність отримання широкого спектру інформації про фактори скоєння дорожньо-транспортних пригод, перспективним є використання сучасних симуляторів їзди. F12HF-3/A88-NR володіє достатньою базою можливих ситуацій та вимірюваних даних, що б використовувати його у вищезазначених цілях. Також, описаний метод дослідження аварійних ситуацій може бути

використаний для збору і дослідження даних, які необхідні для систематизації інформації та співставлення їх із статистичними показниками скоєння ДТП задля розробки заходів із зменшення кількості таких пригод у майбутньому.

Література

1. Кишун В. А. Безпека дорожнього руху та деякі правові аспекти: Навч. пос. / В. А. Кишун, Р. М. Кузнєцов, І. С. Мурований, О. В. Лаба. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 226 с.
2. Кашканов А. А. Новітні автоматизовані технології дослідження ДТП / А. А. Кашканов // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця: ВНТУ. – 2015. №2. – С. 29–34.
3. F12HF-3/A88-NR [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.symulator.byd.pl/index.php?id=150&submenu=80>.

Кіріченко Ігор Сергійович, старший судовий експерт, Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, kis11501103@gmail.com

ВПЛИВ ВИСОТИ МАЛЮНКУ ПРОТЕКТОРУ ШИН НА ЗЧЕПЛЕННЯ З ДОРОГОЮ

Вплив шин на гальмівні властивості дуже великий і особливо відчутний на мокрих і слизьких дорогах. Гальмівні властивості одного і того ж автомобіля на одних шинах можуть бути недостатніми, а на інших цілком відповідними необхідним вимогам, що забезпечують ефективність гальмування.

Коефіцієнт зчеплення залежить від багатьох факторів і, в першу чергу, від типу покриття і стану дороги, конструкції і матеріалів шини, тиску повітря, навантаження на колесо, швидкості руху, температури нагріву і режиму гальмування.

Зчеплення коліс з сухою, твердою дорогою практично не залежить від ступеня зносу малюнка протектора, але має вирішальне значення на мокрих і особливо покритих шаром води або бруду дорогах, коли величина сили тертя в площині контакту шини з дорогою різко знижується.

Для забезпечення надійного зчеплення коліс автомобіля з дорогами, вкритими шаром снігу, необхідний інший малюнок протектора – зимовий. Глибина малюнка протектора зимових шин більше, ніж у шин з дорожнім (літнім) малюнком протектора. Шини із зимовим малюнком протектора краще проникають в шар укатаного снігу, і автомобіль краще протистоїть заносам на поворотах, гальмівний шлях на зимових шинах істотно менше.

При певних значеннях швидкості і товщини шару води через дії гідродинамічних сил на вході в контактну зону утворюється водяний клин, який піднімає шину над опорною поверхнею. Подальше збільшення швидкості призводить до поширення цього клина на всю площину контакту і шина «спливає» на шарі води над поверхнею дороги. Таке явище називають акваплануванням, а швидкість, при якій воно виникає, критичною. Простіше

кажучи, аквапланування – це «спливання» коліс над дорогою і, як результат, повна втрата зчеплення. Є ще такий термін, як *slashplanning* (слешпленнінг). Це майже те ж, що аквапланування. Але в даному випадку мова йде про втрату зчеплення не під час їзди по воді, а при пересуванні по талому снігу, що утворюється під час відлиги.

У разі виникнення аквапланування колесо втрачає контакт з дорогою і достатньо дуже незначного зовнішнього впливу (навіть пориву вітру), щоб автомобіль змінив траєкторію руху.

Необхідна умова для забезпечення контакту шини з дорогою і збільшення швидкості, при якій виникає аквапланування – видалення певного обсягу води із зони контакту через канавки малюнка протектору. Обсяг води, який потрібно видалити із зони контакту, лінійно зростає по мірі збільшення швидкості і товщини шару води на дорозі.

Збільшення зносу малюнка протектору зменшує його здатність до видалення необхідного обсягу води із зони контакту, так як зменшується глибина і об'єм дренажних канавок між виступами малюнка протектору, в результаті чого, зчеплення шин з дорогою різко погіршується. Збільшення ж швидкості руху скорочує час контактування шини з опорною поверхнею і тим самим час для відводу води, внаслідок чого знижується критична швидкість аквапланування. Чим більше знос протектору, тим сильніше падіння зчіпних якостей шини на мокрій дорозі, а, отже, вище ризик аквапланування. Тому, з метою забезпечення безпеки руху на мокрих дорогах, прийнято обмежувати експлуатацію зношених шин. Згідно діючих ПДР України, шини легкових автомобілів та вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т повинні мати залишкову висоту малюнка протектора не менше 1,6 мм.

В компанії Nokian Tyres вважають, що для безпечного водіння висота малюнка протектору повинна бути не менше 4 мм.

Згідно з даними, отриманими компанією Nokian в ході тестів, на зношених шинах з протектором 1,6 мм небезпека аквапланування на дорозі з рівнем води близько 5 мм виникає на швидкості 76 км/год. У нових шин – при 96 км/год.

Якщо протектор зношений або швидкість занадто висока, протектор перестає виштовхувати воду. При швидкості 75 км/год на дорозі шаром води 3 мм пляма контакту старої шини з протектором 1,6 мм складає лише 16% в порівнянні з автомобілем, що стоїть на місці, тоді, як у шини з висотою малюнку протектору 4 мм пляма контакту складає 58%, а у шини з висотою малюнку протектору 8 мм – 75%.

Різниця гальмівного шляху при швидкості 75 км/год для шин з висотою протектору 4 мм і 8 мм склала близько 10 м на користь останніх. Тобто, коли автомобіль, на якому стояли шини з висотою малюнка протектору 8 мм вже зупинився, інший автомобіль, з висотою малюнка протектору 4 мм, ще рухався зі швидкістю понад 30 км/год. А для автомобіля з висотою малюнка протектора менше 2 мм ця різниця буде ще більше.

Список інформаційних джерел

1. autoportal.ua – «Остаточная глубина протектора. Насколько она важна на скользкой дороге».
2. kaminsky.su – «От чего зависит сцепление шин с дорогой?».
3. msd.com.ua – «Влияние конструкции шины и рисунка протектора на безопасность движения».
4. stroy-technics.ru – «Влияние шин на работу автомобиля».
5. vashi-shiny.com.ua – «Остаточная высота рисунка протектора».

Клименко Антон Олексійович, студент, Національний транспортний університет

ЩОДО ПЕРЕВАГ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЄДИНОЇ МУНІЦИПАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

Скоординована робота різних видів громадського транспорту у межах певної території (міста, агломерації, району, області чи країни) як єдиної, зручної та привабливої системи з єдиним економічним підґрунтям є важливою умовою економічного розвитку України та покращення умов життя населення. За цієї системи приватні перевізники можуть бути її частиною, не втрачаючи незалежності у більшості форм діяльності.

На практиці, інтеграція різних видів громадського транспорту у певному регіоні являє собою:

- 1) скоординовані розклади руху різних видів транспорту;
- 2) єдину платіжну систему (єдиний квиток на всі види громадського транспорту регіону);
- 3) інтегровані транспортні пересадочні вузли.

Добре організована, ефективна, проста у використанні, безпечна, доступна та надійна інтегрована транспортна система здатна творити дива. Світова практика доводить прямий зв'язок між інтеграцією громадського транспорту та зростанням його пасажиропотоку, що призводить до безлічі позитивних наслідків у економічній, екологічній, урбаністичній та соціальній сферах. Власники приватних автомобілів надаватимуть перевагу привабливій громадській транспортній системі, що призведе до зменшення кількості заторів, витрат палива та викидів шкідливих речовин. Соціально орієнтована транспортна система зробить інститути освіти та охорони здоров'я доступнішими, а поїздки стануть коротшими, що покращить рівень життя суспільства в цілому. Завдяки більшій мобільності населення збільшиться кількість робочих місць. Єдина платіжна система та стандартизація стане чудовою передумовою для випереджаючого розвитку більш ефективних, екологічних та соціально значимих перспективних видів громадського транспорту.

Об'єднання різних видів громадського транспорту можна вважати важливим кроком до збільшення ефективності громадських перевезень за найменших витрат.

Література

https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/L_iNUA/iNUA-5-transitalliances_final.pdf
https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/L_iNUA/iNUA-6-AccessibleUrban%20_SUTP_03092018.pdf
<https://www.itdp.org/publication/people-near-transit/>
<https://transformative-mobility.org/#about-the-initiative>
https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility_en

Ковтун Віктор Васильович, головний судовий експерт Харківського НДЕКЦ МВС України

ОЦІНКА ДІЙ ВОДИЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ДТП ІЗ ПЕРЕВИЩЕННЯМ МАКСИМАЛЬНО ДОЗВОЛЕНОЇ ШВИДКОСТІ

Швидка їзда – один із найпоширеніших видів порушень ПДР. На жаль, чимало водіїв не замислюються про можливі ризики перевищення швидкості та ступеня її впливу на тяжкість наслідків у разі виникнення ДТП.

Насамперед, важливо знати – перевищення швидкості руху відіграє безпосередню роль на тяжкість наслідків при ДТП. Зарубіжні експерти у сфері безпеки руху під час проведення численних досліджень навіть вивели приблизну залежність кількості важких аварій та пригод зі смертельними наслідками у зв'язку зі зміною швидкості руху. Так, наприклад, перевищення встановленого ліміту їзди на 10% призводить до збільшення загальної кількості ДТП з постраждалими на 21%, до збільшення кількості тяжких аварій – на 33% і до збільшення пригод зі смертельними наслідками – на 46%. Тоді як зниження швидкості на 10% навпаки – зменшує кількість подібних ДТП на 19%, 27% та 34% відповідно.

Під час досліджень також було встановлено, що найбільш серйозний вплив на тяжкість наслідків ДТП при перевищенні швидкості припадає на дороги з низькими допустимими лімітами руху – тобто на міські вулиці. Адже тут інтенсивність руху і умови їзди набагато складніші, а концентрація різних категорій учасників руху – вища. Причому, пішоходи та водії двоколісних транспортних засобів менш захищені, ніж автомобілісти і для них небажаний контакт із машиною призводить до серйозніших наслідків. Автомобілісти краще захищені ніж пішоходи завдяки численным системам пасивної та активної безпеки, якими оснащуються транспортні засоби (зони поглинання енергії удару кузова, подушки і шторки безпеки, системи курсової стійкості, антиблокувальна, екстреного гальмування тощо). Що сучасніші автомобілі, то вищий рівень безпеки. Однак у будь-якому разі є певна межа швидкості, після

перевищення якої вищеперелічені «захисники» вже не зможуть допомогти. Наприклад, відома європейська компанія EuroNCAP, протягом довгих років вивчає безпеку автомобілів, проводить краш-тести на швидкості 64 км/год при лобовому зіткненні і на 50 км/год – при бічному. Якщо швидкість зіткнення буде вищою – шанси залишитися здоровими або живими у членів екіпажу машини помітно зменшуються. Якщо ж у розрізі цього згадати про нашу країну, в якій чималу частку автопарку становлять транспортні засоби віком від 10 років і старші, то безпека людей в таких машинах також не дуже хороша. Відповідно і тяжкість наслідків зіткнень автомобілів, що експлуатуються в Україні, набагато вища, ніж за кордоном.

З точки зору фізики, швидкість, як складова кінетичної енергії, в процесі удару миттєво перетворюється в енергію, яка витрачається на деформацію деталей ТЗ. Людське тіло, як дуже неміцна структура, є вразливим для енергій, що діють на нього в процесі контакту із транспортних засобом. Наслідки на різній швидкості можна порівняти з падінням людини з певної висоти. Так, наприклад, наслідки на швидкості 15 км/год схожі на падіння зі стільця, тоді як при 50 км/год – прирівнюються до падіння з 4-го поверху, а ось при 80 км/год наслідки можуть бути такими, як при падінні з 10-го поверху. З огляду на наведені цифри – при швидкості зіткнення 80 км/год, ймовірність загибелі людей у машині в 20 разів більша, ніж при аварії на швидкості 30 км/год.

Важливо також зазначити, що перевищення швидкості руху безпосередньо позначається на сфері огляду водія – при її збільшенні видимість водія суттєво обмежується (це фізіологічна особливість організму людини). Висока швидкість не дає водію змоги правильно спрогнозувати ситуацію, оскільки той не бачить навколишню обстановку повністю, а це у свою чергу негативно позначається на безпеці руху.

Крім того, зі зростанням швидкості відповідно збільшується відстань, пройдена автомобілем від початку гальмування до зупинення, а цього шляху в деяких випадках може не вистачити для безпечного виконання цієї дії [1].

При розслідуванні дорожньо-транспортних пригод пов'язаних із перевищенням швидкості транспортних засобів у випадках, коли до зіткнення чи наїзду транспортний засіб гальмувався, важливу роль відіграє шлях руху загальмованого автомобіля до місця зіткнення (наїзду).

Для технічної оцінки дій водія транспортного засобу експерту-автотехніку необхідно встановити відстань, яку автомобіль подолав у загальмованому стані до місця зіткнення (наїзду). Далі необхідно порівняти зазначену відстань із шляхом гальмування автомобіля (відстань, яку подолає автомобіль у загальмованому стані до зупинки) при умові руху із дотриманням дозволеної швидкості руху в місці скоєння ДТП. Якщо сума довжини шляху гальмування автомобіля при умові руху із дотриманням дозволеної швидкості руху та безпечного бокового інтервалу (1 м) буде меншою за відстань, яку автомобіль подолав у загальмованому стані до місця зіткнення (наїзду), то слід прийти до висновку про те, що у такій дорожній ситуації водій мав технічну можливість запобігти ДТП виконанням вимог п.п. 12.4 і 12.3 Правил

дорожнього руху України [2]. Тобто якби у момент початку гальмування (коли водій зреагував на небезпечну ситуацію), керований ним транспортний засіб, рухався без перевищення дозволеної швидкості, то водій мав би технічну можливість зупинити керований транспортний засіб до місця зіткнення (наїзду) на певній відстані (що складає різницю між відстанню, яку автомобіль подолав у загальмованому стані до місця зіткнення (наїзду) та сумою довжини шляху гальмування автомобіля при умові руху із дотриманням дозволеної швидкості руху та безпечного бокового інтервалу).

При таких обставинах невідповідності дій водія транспортного засобу вимогам п. 12.4 Правил дорожнього руху України, з технічної точки зору, перебувають у причинному зв'язку із ДТП.

У разі, коли довжина шляху гальмування автомобіля при русі із дотриманням дозволеної швидкості руху разом із безпечним боковим інтервалом більше за відстань, яку автомобіль подолав у загальмованому стані до місця зіткнення (наїзду), то дослідження про наявність або відсутність технічної можливості у водія слід проводити шляхом порівняння відстані, на якій знаходився транспортний засіб від місця зіткнення (наїзду) у момент виникнення небезпеки для руху (виходячи із часу небезпеки) і зупинного шляху зупинного шляху транспортного засобу в умовах місця події.

Перелік використаних інформаційних джерел:

1. <https://www.autocentre.ua/ua/avtopravo/pdd-i-bezopasnost/ne-goni-kak-vliyaet-prevyshenie-skorosti-na-tyazhest-dtp-341049.html>.
2. Правила дорожнього руху. Дніпро, 2018.
3. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы. Москва, ЦНИИСЭ-1971., Н.М. Кристи.

Краснюк Олександр Ігорович, судовий експерт, Херсонський НДЕКЦ.
Гордієнко Максим Сергійович, судовий експерт, Херсонський НДЕКЦ.

СТАТИСТИКА ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД У ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Щороку на дорогах нашої країни унаслідок ДТП гинуть і травмуються тисячі громадян. Від початку року на дорогах Херсонської області трапилось 1100 дорожньо-транспортних пригод. Із них 225 – із постраждалими. У цих ДТП травмовано 282 мешканця області, ще 27 загинули. Лівова частка дорожніх пригод відбувається безпосередньо в Херсоні. З 1-го січня 2018 року станом на 31 травня у місті зафіксовано 684 ДТП. Для порівняння, за цей же період минулого року – 800, що відповідно на 15% більше. Частка пригод із постраждалими залишилась фактично такою ж – близько 100. Проте збільшилась на 30% кількість травмованих громадян. У поточному році це 150 учасників дорожнього руху (за такий же період минулого року – 117). Також 6 херсонців унаслідок ДТП загинули, в січні – травні 2017-го року – 13.

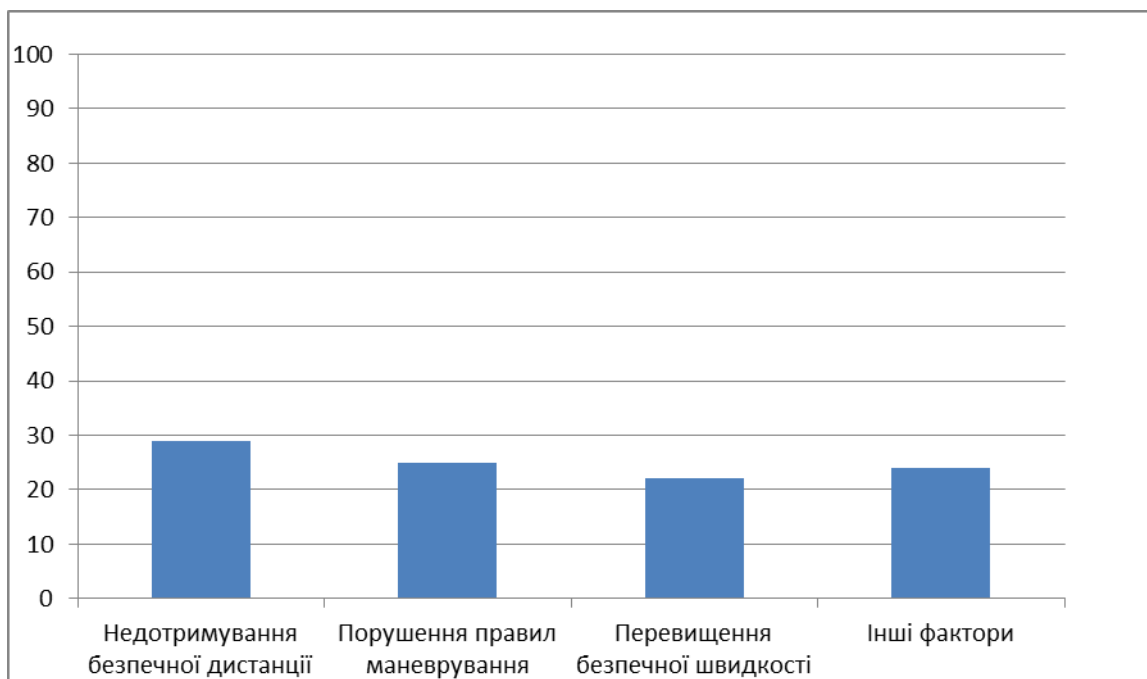


Рисунок 1. Причини дорожньо-транспортних пригод.

Висновок

Головна причина дорожньо-транспортних пригод – це порушення Правил дорожнього руху одним або кількома учасниками. Найчастіше до ДТП призводить недотримання безпечної дистанції (29%), порушення правил маневрування (25%), перевищення безпечної швидкості (22%). Нерідко до цих чинників додається й керування в нетверезому стані.

Список використаних джерел

1. <https://m.facebook.com/khersonpolice>.

Колпаков Сергій Сергійович, судовий експерт Дніпропетровського НДІКЦ

ВИЗНАЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКСПЕРТИЗИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ.

В судовій практиці, між експертами – автотехніками часто виникають протиріччя та дискусії, щодо встановлення працездатності (непрацездатності) рульового керування автомобілів під час огляду їх на майданчиках тимчасового зберігання, після ДТП.

Питання полягає в тому, що термін визначення «працездатний стан» - не досконалий і він потребує відреагування на вищому рівні. Наприклад, для вирішення експертизи, експерту – авто техніку було поставлене питання: «Чи у працездатному стані знаходиться рульове керування автомобіля «Деу» Ланос номерний знак АЕ4431ЕВ. Якщо ні, то в який момент виникла

непрацездатність рульового керування вищевказаного автомобіля: до, в момент чи після ДТП?».

При огляді автомобіля «Деу» Ланос було встановлено, що рульове колесо, рульова колонка, рульовий махізм з гідро підсилювачем та рульова тяга керованого правого колеса - знаходяться на своїх місцях технологічних установок та пошкоджень не мають. При візуальному огляді рульової тяги лівого керованого колеса було встановлено, що вона має значний вигин з переду назад та разом з переднім лівим колесо зміщені з переду назад. Кінематичний зв'язок рульове кермо – керовані колеса, - присутній, але візуально видно, що ліве кероване колесо повертається не на повний кут.

При написанні експертизи по автомобілю «Деу» Ланос, виходячи з визначення терміну що таке:

«Працездатний стан – це такий стан ТЗ, при якому значення усіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної документації.»,

Експерти – авто техніки вимушені дати висновок, що «Рульове керування автомобіля «Деу» Ланос на момент проведення експертного дослідження перебуває в працездатному стані», але з поміткою «кероване ліве колесо не повертається на повний кут».

Висновок: Якщо, хоча б одне кероване колесо автомобіля не повертається на кут, який задав завод – виробник, то експерт – автотехнік робить висновок, що рульове керування автомобіля перебуває у не працездатному стані. Тому що некоректне трактування терміну «працездатний стан» може на пряму впливати на висновок експерта та реконструкцію ДТП в цілому.

В практиці проведення експертизи з технічного стану, для встановлення працездатності рульового керування існує випадок, коли під час огляду транспортного засобу після дорожньо-транспортної пригоди елементи рульового керування автомобіля можуть бути не пошкодженими та перебувати в працездатному стані, коли водночас керовані колеса або зруйновані, або затиснені елементами кузова, що не дають можливість перевірити кінематичний зв'язок між рульовим кермом та керованими колесами; кут повороту керованих коліс, тощо.

Наприклад, огляд ТЗ після ДТП. При візуальному огляді елементів рульового керування автомобіля було встановлено, що всі елементи, а саме: рульове кермо, рульова колонка, рульовий механізм, рульовий привід, підсилювач рульового керування – знаходяться на своїх місцях технологічних установок та пошкоджень не мають. Однак керовані колеса автомобіля – зруйновані та затиснуті елементами кузова, тому перевірити, кінематичний зв'язок та на який кут повертаються керовані колеса – не надається можливим.

Але, як відомо з літературних джерел, в систему рульового керування керовані колеса не входять. А в терміні «працездатний стан» чітко зазначено, що – це такий стан ТЗ, при якому значення усіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно –

технічної документації. Тобто, виникає неоднозначність, яка може напряму впливати на висновок експерта.

Висновок

Дивлячись на неоднозначність вищеписаної ситуації, необхідно детально розглянути та відредагувати визначення терміну «працездатний стан», стосовно системи рульового керування або включити керовані колеса в систему рульового керування.

Криворучко Микола Миколайович, старший судовий експерт сектору автотехнічних досліджень Харківського НДЕКЦ МВС України.

НЕОБХІДНІСТЬ ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО П. 31.4.5 ПДР

Тип шин, які встановлені на автомобілі, їх стан та висота малюнка протектора мають першочергове значення для забезпечення безпеки руху, оскільки вищевказане впливає на шлях гальмування та керованість автомобіля.

На теперішній час Правила дорожнього руху України відповідно до п. 31.4.5 а) висувають наступні вимоги до висоти малюнка протектора шин:

31.4.5. Колеса і шини:

а) шини легкових автомобілів та вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т мають залишкову висоту малюнка протектора менше 1,6 мм, вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою понад 3,5 т - 1,0 мм, автобусів - 2,0 мм, мотоциклів і мопедів - 0,8 мм [1].

Також необхідно вказати, що в Правилах дорожнього руху не вказано, що в літню пору року на автомобілях з дозволеною максимальною масою до 3,5 т повинні встановлюватися літні або всесезонні шини, а в зимову пору – зимові або всесезонні.

Таким чином, відповідно до вищенаведеного, виходить, що Правилами дорожнього руху дозволяється експлуатація в зимову пору року автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т на яких, встановлені літні шини або встановлені зимові шини з висотою малюнка протектора 1,7 мм.

Однак відповідно до вимог виробників шин при висоті малюнка протектора зимової шини менше 4 мм її подальша експлуатація забороняється [2, 3].

Відповідно вимоги Правил дорожнього руху стосовно висоти малюнка протектора суперечать вимогам виробників шин.

Кращі гальмівні властивості у більшості літніх шин - при температурі, близькій до + 10 ° С [4]. Відповідно експлуатація літніх шин в зимовий період при температурах нижче 0° С призведе до значного погіршення гальмівних властивостей, а при складних погодних умовах (ожеlediця, сніг) і зовсім до їх

втрати, при збереженні останніх в тих самих умовах при експлуатації зимових шин.

Володіючи кращими зчіпними властивостями на слизькій дорозі, зимові шини дозволять швидше зупинитися, ефективніше розігнатися або знизити швидкість і впевненіше зробити маневр. Літня гума на обмерзлій або засніженій дорозі несподівано різко втрачає зчеплення, при цьому ковзання автомобіля буде довгим і практично некерованим [5].

На теперішній час на ринку автомобільних шин України мається широкий вибір шин у різних цінових категоріях та їх дефіцит відсутній. Більш того більша частина розсудливих водіїв експлуатує шини, які відповідають порі року та погодним умовам.

Відповідно до вищенаведеного, назріло питання про необхідність внесення змін до п. 31.4.5 у відношенні до автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т, які б в відповідали теперішньому часу та підвищували б безпеку дорожнього руху, а саме - сезонність шини повинна відповідати порі року, коли вона експлуатується та висота малюнку протектора повинна відповідати вимогам виробника шини.

Література та використані джерела

1. ПДР України 2018 з коментарями та ілюстраціями (українською мовою) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://monolith.in.ua/pdd/onlayn-pdr-ukrayini-ukrayinskoyu-movoyu/> - Назва з екрану.
2. Когда зимний протектор уже не работает? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.autocentre.ua/opyt/poleznye-sovety/kogda-zimniy-protektor-uzhe-ne-rabotaet-275952.html/> - Назва з екрану.
3. Индикатор износа шин Nokian и Bridgestone. Определяем пригодность летней и зимней резины [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://avto-i-avto.ru/shiny-i-diski/indikator-iznosa-shin-nokian.html/> - Назва з екрану.
4. Температурная зависимость [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.zr.ru/content/articles/16286-temperaturnaja_zavisimost/ - Назва з екрану.
5. 10+ причин ездить на шинах по сезону [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.zr.ru/content/articles/904151-10-prichin-ezdit-na-shinakh-po/> - Назва з екрану.

Криворот Анатолій Ігорович, старший викладач, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, anatoliikryvorot@gmail.com,
Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ПОЛІПШЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗГАНЯННЯ АВТОМОБІЛЯ ГАЗЕЛЬ «РУТА» ПРИ РУСІ У МІСЬКИХ УМОВАХ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ВИМОГ ПДР УКРАЇНИ

З 1 січня 2018 року автомобілісти повинні будуть рухатись у населених пунктах з максимальною швидкістю у 50 км/год. Про це йдеться у постанові Кабміну від 10 листопада 2017 року “Про внесення змін до Правил дорожнього руху”. Зменшення швидкості призведе і до підвищення інтенсивності руху на вулицях населених пунктів. Популярним транспортом тут вважаються маршрутні транспортні засоби, цільовою функцією яких є швидкість і собівартість перевезення пасажирів. Враховуючи це, для них доцільно поліпшувати експлуатаційні властивості, а саме характеристику розганяння та паливну економічність, забезпечуючи необхідні середні експлуатаційні швидкості руху та мінімізацію витрат палива на маршруті.

Тягово-швидкісні властивості автотранспортних засобів характеризують його здатність до руху під дією поздовжніх сил ведучих коліс і складаються з безлічі показників [1]. Кожний показник тягово-швидкісних властивостей згідно з характеристиками двигуна характеризує поведінку АТЗ в одному з режимів руху при різних дорожніх умовах .

Одним із шляхів поліпшення характеристики розганяння в заданих умовах руху автомобілів є реалізація в їх конструкціях оптимальних передаточних чисел коробки передач (КП).

Існують різні методики вибору передаточних чисел КП: деякі передбачають отримання найкращої паливної економічності, інші – динамічної або швидкісної характеристики в деяких заданих умовах руху [2].

Метою даної роботи є визначення оптимального ряду передаточних чисел коробки передач автомобіля ГАЗель «РУТА» з використанням основних технічних характеристик двигуна УМЗ–4216, для забезпечення кращих властивостей розганяння транспортного засобу в сучасних експлуатаційних умовах з одночасним зниженням витрати палива.

Передаточні числа КП визначені за різними законами та методиками, представлено на рисунку 1.

Залежність часу та шляху розгону від швидкості автомобіля представлено на рисунках 2 та 3 відповідно.

Аналізуючи графічні залежності (рис.2, 3) приймаємо рішення дослідити паливно-економічну характеристику автомобіля на 3 передачі, так як на ній швидкість руху автомобіля, що розглядається, відповідає сучасним правилам дорожнього руху України.

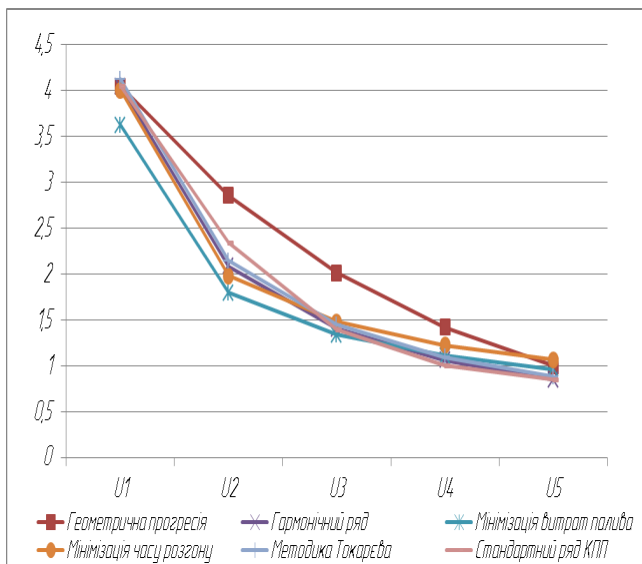


Рисунок 1 – Залежність передаточного числа від номера передачі

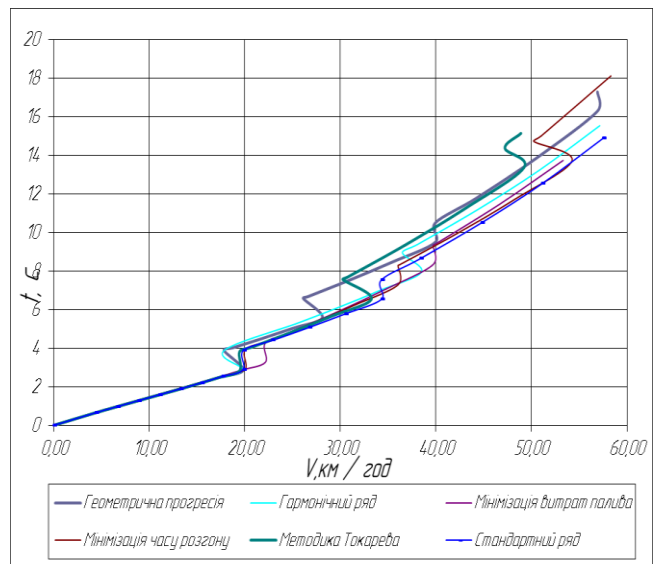


Рисунок 2 – Залежність часу розгону від швидкості автомобіля

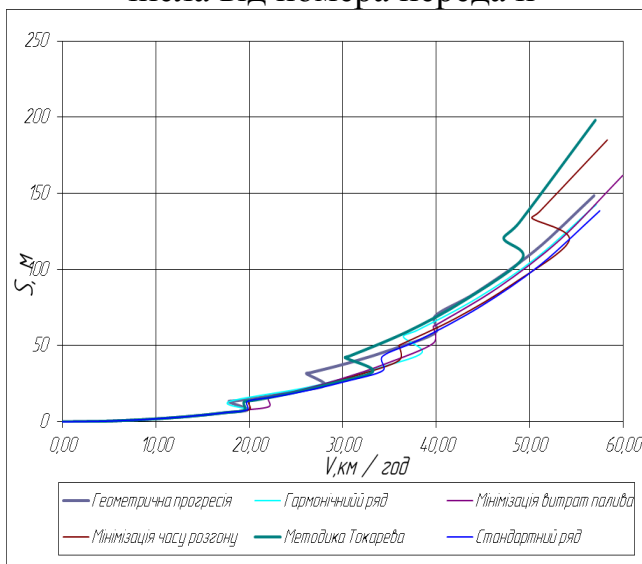


Рисунок 3 – Залежність шляху розгону від швидкості автомобіля

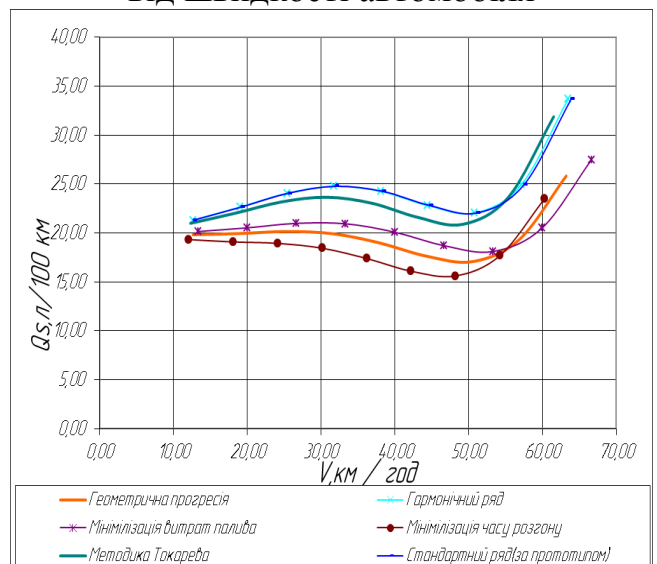


Рисунок 4 – Паливно-економічна характеристика автомобіля ГАЗель «РУТА» на 3 передачі

Аналіз представлених результатів показує, що розглянуті методики вибору передаточних чисел коробки передач не поступаються за тягово-швидкісними характеристиками стандартній КП, а в деяких випадках при ідентичних швидкостях руху автомобіля навіть кращі.

Література

1. В.П. Сахно, Г.Б. Безбородова, М.М. Маяк, С.М. Шарлай Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність / Навч. посібник /. – К.: В-во «КВІЦ», 2004, 174 сторінки. Іл. 15. Табл.19. Бібліограф. 30. Назв. 30.
2. Основенко М.Ю., Сахно В.П. Автомобілі: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 344 с.

Кужель Володимир Петрович, к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, kuzhel2017@gmail.com
Олександренко Ігор Сергійович, магістрант, Вінницький національний технічний університет

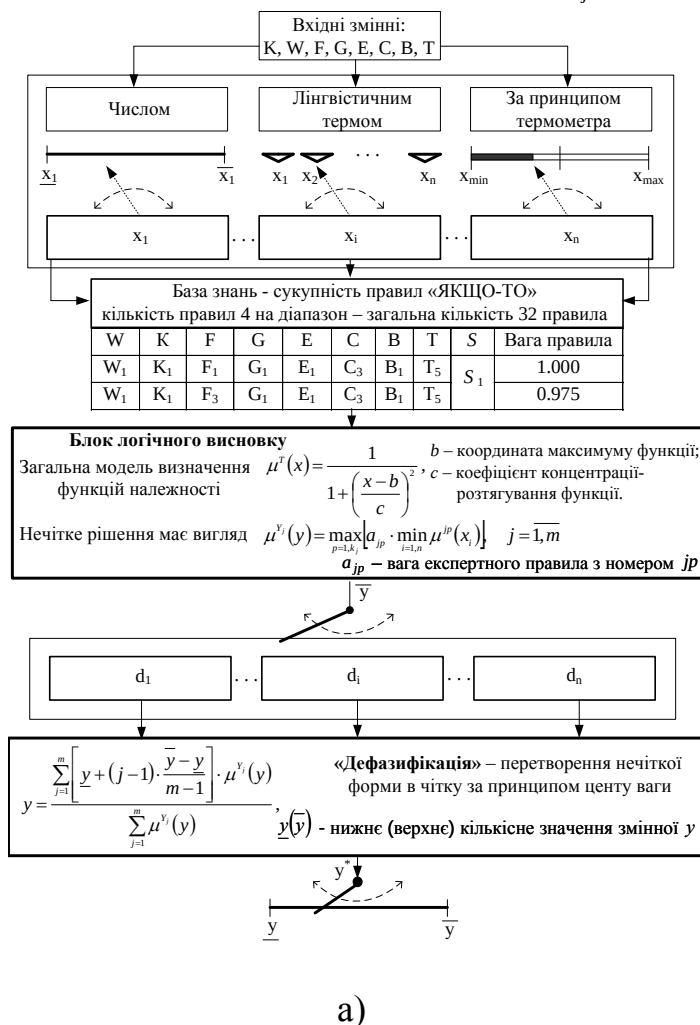
ПЕРСПЕКТИВИ УНИКНЕННЯ НАТУРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ РОЗСЛІДУВАННІ МЕХАНІЗМУ ДТП В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) виникають внаслідок порушення нормального функціонування системи «водій – транспортний засіб – дорога – середовище руху». В темну пору доби безпечний режим руху визначається допустимою швидкістю руху, яку водій має обирати в залежності від видимості.

Постійно зростаюча кількість ДТП в темну пору доби пояснює актуальність проблеми і необхідність створення сучасних математичних моделей для оцінки дальності видимості, враховуючи найголовніші фактори впливу. Основні причини великої кількості ДТП у темну пору доби – зниження дальності видимості, осліплення водіїв [1, 2]. Зі спеціальної літератури [1–2] відомо, що одним з ключових технічних питань, яке ставиться перед експертом при експертизі ДТП, є питання про наявність у водія технічної можливості запобігти ДТП гальмуванням. Якщо розрахунки покажуть, що у водія була можливість зупинити автомобіль до місця ДТП, то постає питання, чому водій не скористався такою можливістю і не запобіг ДТП.

Розслідування ДТП, які сталися в темну пору доби включають в себе вирішення наступних головних питань [1, 2]: 1) Чи відповідала вибрана водієм швидкість руху автомобіля відстані видимості дороги; 2) Чи мав водій автомобіля технічну можливість запобігти ДТП в момент виникнення небезпеки (перешкоди) для руху. Слід зазначити, що від точності визначення дальності видимості при експертизі ДТП залежить об'єктивність прийняття рішення про винність або не винність водія. На жаль, на сьогоднішній день відсутні математичні залежності та експертні програми для визначення дальності видимості, які б дозволили уникнути натурного експерименту. Для вирішення вищерозглянутих проблем на основі методу ідентифікації нелінійних об'єктів нечіткими базами знань [3] була розроблена комплексна експертна програма для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар. Для побудови експертної бази знань для визначення дальності видимості в залежності від факторів впливу у відповідності з методикою (рис. 1) [3], необхідно подати залежність (1) у вигляді лінгвістичних висловлювань типу ЯКЩО – ТО, які використовують операції І – АБО за допомогою введених терм-оцінок змінних. Було прийнято по чотири правила на діапазон, оскільки більша кількість правил може призвести до розмиття найбільш характерних взаємозв'язків між факторами впливу і рішеннями, загальна кількість правил – 32 правила, оскільки практичний діапазон зміни

величини дальності видимості в темну пору доби при освітленні автомобільними фарами знаходиться в інтервалі 50...250 м, то розіб'ємо цей інтервал на 8 рівних підінтервалів ($S_j, j = \overline{1,8}$).



Входные переменные

Задайте значения входным переменным

В	К	Ф	Г	Е	С	Б	Т	Число	Термом
248.000000	0.900000	0.800000	70.000000	19.000000	1.000000			160.0000	0.000000

Просчитать дерево Cancel Продолжить

Входные переменные

Задайте значения входным переменным

В	К	Ф	Г	Е	С	Б	Т	Число	Термом
1.000000	0.900000	0.800000	70.000000	19.000000	1.000000			0.600000	0.000000

Просчитать дерево Cancel

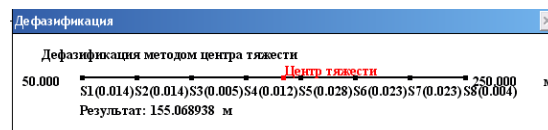


Рисунок 1 – Блок схема апроксимації визначення дальності видимості (а) та її реалізація у вигляді комплексної програми (б, в): б – форма для введення вихідних даних; в – форма перетворення нечіткої інформації в чітку за принципом «центру ваги» – дефазифікація (в даному випадку дальність видимості складає 155 м)

Отже була розроблена та налаштована експерта програма для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в умовах неточності та невизначеності вихідних даних, що була створена з використанням пакету програм Fuzzy Expert [2-3], діалогові вікна якої наведені на рисунку 1. Вихідні дані можуть задаватися числом, термом або за принципом “термометра” [1-3], коли експерт не в змозі оцінити змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень (рис 1 б). Для можливості внесення даних в форми експертної програми рекомендується удосконалити існуючі протоколи огляду місця ДТП,

а саме додати в них строки з факторами впливу на дальність видимості та можливим діапазоном їх зміни, при відсутності кількісних значень фактора є можливість якісно описати його словами, реченнями і т.д. Програма дає змогу визначати числові значення дальності видимості дорожнього об'єкту за конкретних умов дорожньої обстановки без проведення дорожнього експерименту на місці ДТП.

Таким чином, задача визначення дальності видимості полягає в тому, щоб для кожної комбінації значень параметрів (факторів) поставити у відповідність одне з рішень $S_j, j=\overline{1,8}$ (рис 1 а), а потім дефазифікувати його, тобто перетворити в числову форму (рис 1 в). Перевірка адекватності розробленої експертної програми показала похибку, яка не перевищує 10,2% (табл. 1).

Таблиця 1 – Фрагмент порівняння даних дорожніх експериментів та результатів розрахунку програми (S – дальність видимості; B – гострота зору; T – тривалість роботи за кермом; C – коефіцієнт засліплення; автомобіль: G – рівень завантаження; E – освітленість дороги; дорогу, середовище: W – прозорість атмосфери; F – розташування перешкоди на дорозі; K – контраст)

W	K	F	G	E	C	B	T	S	
								експ.	розрах.
280	0,7	7,5	167	18	1	1	1	228	234,2
234	0,88	2,5	120	19	1	1	2,5	221	217,4
230	0,79	7,1	90	17	1	0,9	4	197	193,7
230	0,8	7,3	88	17	1	0,9	7	202	204,6
230	0,5	7,2	87	16	1	0,9	3	164	172,6

Експертна програма дозволяє удосконалити проведення автотехнічних експерти, за рахунок автоматизації визначення дальності видимості з можливістю використання нечіткої експертної інформації, що зменшує час, який витрачається експертом–автотехніком для поглибленого аналізу пригоди, допиту учасників пригоди та очевидців, а також для проведення натурного слідчого експерименту з залученням фахівців. Похибка комплексної програми в 10,2 % є задовільною для практичних розрахунків та визначення такого параметра як дальність видимості. Застосування розробленої експертної програми також дасть змогу покращити якість проведення автотехнічних експертиз ДТП, що сталися в темну пору, за рахунок підвищення об'єктивності прийняття рішення експертом, суттєво зменшити матеріальні та людські затрати на проведення експертизи, тобто дорожнього експерименту на місці ДТП або за аналогічних умов.

Література

1. Кужель В. П. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби. Монографія / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов. – ВНТУ, 2010. – 200 с.
2. Кужель В. П. До питання автоматизації визначення дальності видимості дорожніх об'єктів при проведенні автотехнічної експертизи ДТП / Кужель В. П. // Вісник Житомирського

державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. №2 (77), 2016. – С. 136 – 142

3. Кужель В. П. Методика налаштування моделі визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби / В. П. Кужель // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія «Автомобіле- та тракторобудування». № 30 (1003), Харків, НТУ «ХПІ», 2013. – С. 127 – 133.

Кунченко Андрій Петрович, судовий експерт Луганського НДЕКЦ

Обаполенко Андрій Олександрович, судовий експерт Луганського НДЕКЦ

ДІАГНОСТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ФАКТУ ВИНИКНЕННЯ НЕСПРАВНОСТІ НА ТРАНСПОРТНОМУ ЗАСОБІ ПІСЛЯ ДТП

У багатьох випадках ДТП є наслідком раптового виникнення несправності на ТЗ, що позбавляє водія можливості виконати необхідні дії для його запобігання. Іноді ж водій, що здійснив пригоду внаслідок невчасного вживання необхідних заходів або інших неправильних, невідповідних безпеці руху дій, намагається піти від відповідальності шляхом штучного створення несправності транспортного засобу.

Для цього на ТЗ створюється пошкодження, при якому те, що сталося, повністю відповідає тому, що повинне було б статися при такій несправності.

Тому, якщо несправність була виявлена не безпосередньо після пригоди, а ТЗ досить тривалий час до виявлення несправності знаходилося в розпорядженні зацікавлених у виході справи осіб, потрібно провести його ретельне дослідження з метою виявлення ознак штучного створення пошкодження після пригоди або установки пошкодженої деталі замість раніше встановленої.

Іноді водій, що втік з місця пригоди, з метою приховання злочину замінює або відновлює частини транспортного засобу, на яких залишилися сліди і пошкодження, що виникли у час ДТП (звичайно при наїздах на пішоходів і велосипедистів). У таких випадках при дослідженні ТЗ, що підозрюється особливу увагу необхідно звернути на ознаки заміни або виправлення деталей, розташованих в передній частині ТЗ (облицювання радіатора, молдингів і інших декоративних деталей, приладів освітлення і світлової сигналізації, капота, крил і др).

Основні ознаки штучного створення пошкодження або його виникнення після випадку наступні:

- характер пошкодження не відповідає тому, що могло статися під час експлуатації транспортного засобу або при ДТП;
- характерні сліди впливу різних інструментів (ножа, зубила, ножівки, напилка, абразивних інструментів), якими було заподіяне пошкодження, свідчать про те, що пошкодження виникло після випадку;

- технічний стан транспортного засобу, встановлений при первинному його огляді безпосередньо після ДТП, не відповідає тому, що повинно було б бути при наявності пошкодження, що є;
- напрям зусилля, під впливом якого заподіяне пошкодження, не відповідає напрям зусилля, який міг виникнути в процесі експлуатації або при ДТП;
- напрям переміщення об'єкта в процесі утворення пошкодження деталі не відповідає напрям переміщення об'єкта, яким в конкретному випадку це пошкодження могло бути заподіяне;
- пошкодження деталі розташоване там, де воно не могло виникнути ні в процесі експлуатації до ДТП, ні в процесі ДТП;
- на пошкодженій деталі є сліди неодноразового нанесення удару по одному і тому ж місцю. Це свідчить про те, що з першого удару руйнування не сталося. У таких випадках на поверхні деталі залишається декілька вм'ятин (забоїн), що частково перекривають одна одну, з ясно видимими кордонами між ділянками зім'яття, що виникли при кожному ударі;
- на пошкодженій деталі є сліди кріплення (утримання) деталі в лещатах (плоскогубцях і т.п.) недавнього походження, відповідні таким, які повинні були виникнути при утриманні деталі для нанесення пошкодження штучно.

Висновок

При проведенні діагностичного дослідження для встановлення факту виникнення несправності на транспортному засобі після ДТП, необхідно встановити по можливості більше число ознак, підтверджуючих висновки. Причини невідповідності окремих ознак висновку повинні бути детально викладені в дослідженні.

Література

1. Лошманов В. П. Использование специальных авто технических знаний в расследовании ДТП, возникших из-за неисправности автомобилей / В. П. Лошманов. Харьков, 1977.
2. Вискребцев В.Г. «Можливості експертиз зламів металевих деталей при несправності транспортних засобів.» / В.Г. Вискребцев. Москва-79
3. Жілінський Г.В «Експрес - діагностика систем автомобілів і автобусів в містах дорожньо-транспортних випадків.» / Г.В.Жілінський Київ-86
4. Корухов Ю.Г. Транспортно-трассологическая экспертиза по делам о дорожно-транспортных происшествиях. (Диагностические исследования). Выпуск 1. Библиотека эксперта Москва- 2006,-149с.

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ СИТУАЦІЙ ЗА УЧАСТЮ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ІЗ СПЕЦІАЛЬНИМИ СИГНАЛАМИ

Як відомо, до редакції Правил дорожнього руху України, протягом останніх 12 років з певною періодичністю були внесені зміни. Нерідко зміни у Правилах дорожнього руху тягнуть за собою також зміни в оцінці дій учасників дорожнього руху, яку повинні давати судові експерти під час проведення автотехнічних експертиз та досліджень.

Зокрема пропонуємо звернути увагу на оцінку дій водіїв у дорожніх ситуаціях за участю транспортних засобів із спеціальними сигналами.

Відповідно до вимог п. 3.1 Правил дорожнього руху України водії оперативних транспортних засобів, виконуючи невідкладне службове завдання, можуть відступати від вимог розділів 8 (крім сигналів регулювальника), 10-18, 26, 27 та пункту 28.1 цих Правил за умови увімкнення пробліскового маячка синього або червоного кольору і спеціального звукового сигналу та забезпечення безпеки дорожнього руху. За відсутності необхідності додаткового привертання уваги учасників дорожнього руху спеціальний звуковий сигнал може бути вимкнений [2].

Згідно з вимогами п. 3.2 Правил дорожнього руху України у разі наближення транспортного засобу з увімкненим синім проблісковим маячком та (або) спеціальним звуковим сигналом водії інших транспортних засобів, які можуть створювати йому перешкоду для руху, зобов'язані дати йому дорогу і забезпечити безперешкодний проїзд зазначеного транспортного засобу (і супроводжуваних ним транспортних засобів)...[2].

Як виходить з положень п. 1.10 Правил дорожнього руху України перешкода для руху - нерухомий об'єкт у межах смуги руху транспортного засобу або об'єкт, що рухається попутно в межах цієї смуги (за винятком транспортного засобу, що рухається назустріч загальному потоку транспортних засобів) і змушує водія маневрувати або зменшувати швидкість аж до зупинки транспортного засобу [2].

Аналізуючи вищенаведене, слід дійти висновку, що вимоги п. 3.2 Правил дорожнього руху, під час проведення автотехнічних експертиз та досліджень, можливо застосовувати для оцінки дій водіїв лише у випадку руху їх транспортних засобів у напрямку, попутному з напрямком руху транспортних засобів із спеціальними сигналами. На проїзд перехресть вказані вимоги вже не поширюються.

Література

1. Можливості використання спеціальних знань при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод / Авт. - уклад. С.О. Шевцов. – Х.: СПД-ФО Чальцев О.В., 2005. – 308 с.: іл.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 10.10.2018 № 1306 Про правила дорожнього руху (із змінами): <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-п>.
3. Судебная автотехническая экспертиза: Теоретические основы и методики экспертного исследования при производстве автотехнической экспертизы: пособие для экспертов-автотехников, следователей и судей/ [под ред. В.А. Иларионова]: в 2 ч. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – ч.2. – 491 с.

Лук'янченко Юрій Олександрович, судовий експерт сектору автотехнічних досліджень відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів Черкаського НДЕКЦ МВС України
Харенко Валерій Богданович, судовий експерт сектору автотехнічних досліджень відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів Черкаського НДЕКЦ МВС України

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДТП

В наш час наука не стоїть на місці, а знаходиться в стані постійного розвитку. Розвиваються транспортні засоби, розвиваються і засоби їх дослідження, а також обставин, які з ними пов'язані, таких як дорожньо-транспортні пригоди (ДТП). Метою дослідження кожної ДТП є встановлення причинно-наслідкового зв'язку між діями учасників ДТП, її наслідками і вимогами Правил дорожнього руху. В Україні на даний момент використовуються класичні методи дослідження місця ДТП, які довгий час не отримували розвитку. В той час як у деяких розвинених країнах активно використовуються методи, які тільки розпочинають свій шлях у нашій країні, такі як:

- відеоспостереження;
- реєстратори даних про подію (EDR);
- лазерне сканування місця ДТП;
- лазерне вимірювання;
- програмне моделювання ДТП тощо.

Лазерне сканування – один із прогресивних методів дослідження місця ДТП. Воно проводиться за допомогою спеціального обладнання (сканер марки Faro, Leika, Riegl і т.д.) і програмного забезпечення на комп'ютері.



Рисунок 1. Лазерний сканер Faro

Відбувається таке дослідження наступним чином – навколо місця події в декількох точках почергово встановлюється сканер, а на самій ділянці ДТП розташовуються декілька спеціальних маячків. Сканер за допомогою лазера отримує інформацію про розташування об'єктів, яка передається на комп'ютер, де спеціальне програмне забезпечення аналізує отримані дані і видає тривимірну модель місця ДТП, за якою можна визначати будь-які відстані, що цікавлять експерта, або дозволяє перетворити її на стандартну двовимірну схему ДТП з видом згори і зазначенням усіх розмірів і відстаней.



Рисунок 2. Дослідження місця ДТП за допомогою лазерного сканеру Faro

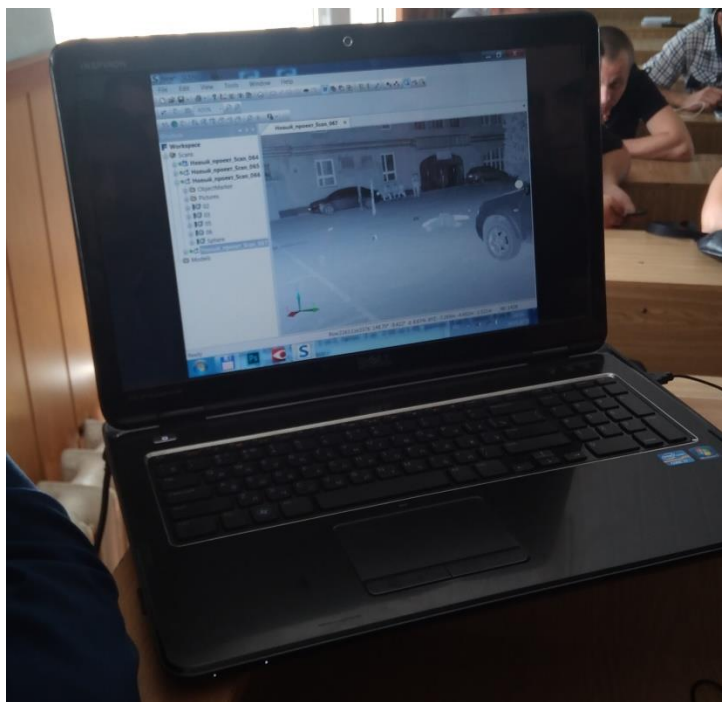


Рисунок 3. Обробка даних, отриманих за допомогою лазерного сканеру на комп'ютері зі спеціальним програмним забезпеченням

Плюси даного способу у порівнянні з традиційним:

- зменшення впливу людського фактору;
- незалежність від погодних умов і пори доби;
- зменшення часу огляду місця ДТП;
- можливість проведення якісного трасологічного дослідження за тривимірною моделлю місця ДТП.

Висновок. Незважаючи на можливі тимчасові складнощі з упровадженням сучасних методів, прогрес неминучий, і ми маємо бути до нього готовими. Вже зараз експерти НДЕКЦ мають на озброєнні та активно використовують такі сучасні прилади, як пірометр, прилади для визначення ефективності гальмування «Эффект», «Эфтор», АМХ, люфтомер «ИСЛ-М» та багато інших. Тому є необхідним вивчення закордонної практики, а також розробка власних методик використання сучасних способів і приладів дослідження місця ДТП.

Малівський Роман Іванович, старший судовий експерт, Київського НДЕКЦ
Чередніченко Віктор Вадимович, судовий експерт, Київського НДЕКЦ
Пасечнік Дмитро Вячеславович, судовий експерт, Київського НДЕКЦ

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ДТП В УКРАЇНІ

У 2017 році поліцейські зафіксували понад 114 тисяч випадків керування транспортом у стані сп'яніння. Це на чверть більше, аніж у 2016 році. Всього ж у минулому році сталося 162,5 тисяч дорожньо-транспортних пригод. З них з

вини «п'яних» водіїв – 5,8 тисяч. На дорогах країни загинули майже 3,5 тисяч людей.

Як повідомляє сайт Нацполіції, у 2017 році в країні було зареєстровано 27220 ДТП з постраждалими. 3432 людини загинуло, майже 35 тисяч отримали травми. При цьому переважна кількість ДТП сталися через порушення Правил дорожнього руху.

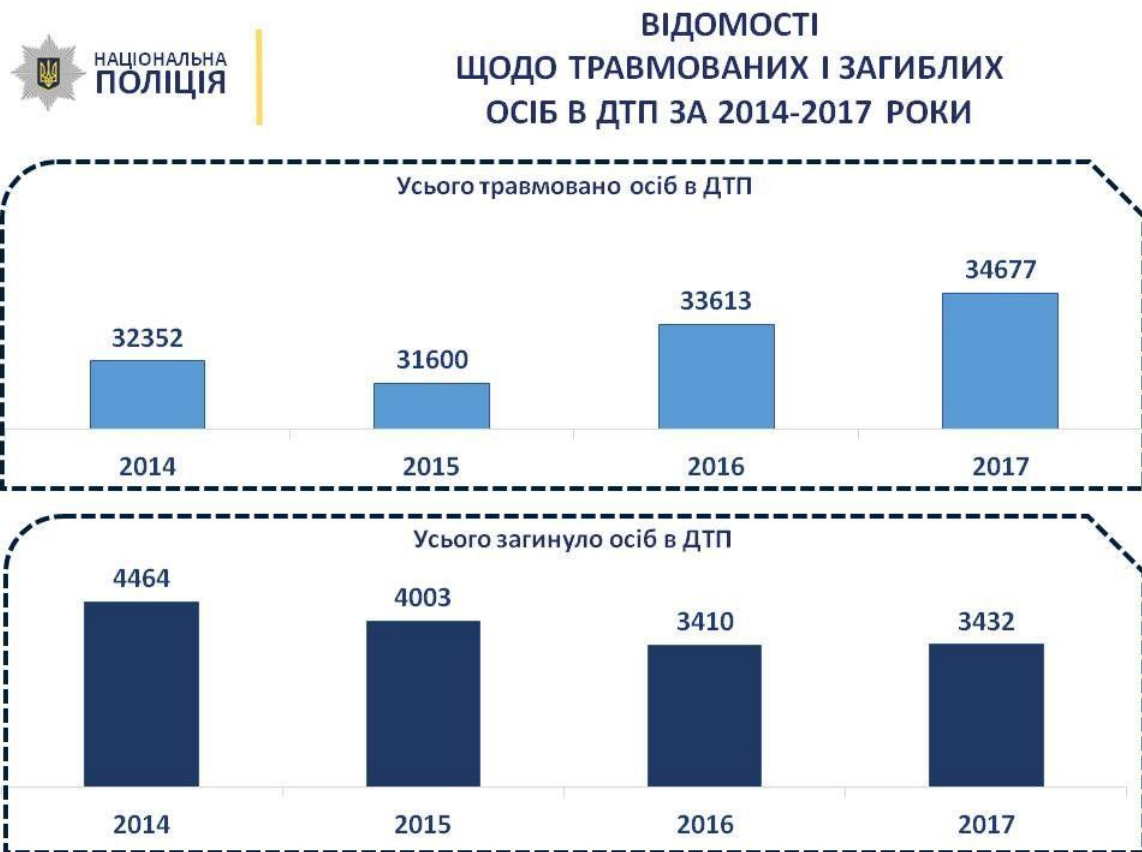


Рисунок 1 – Відомості щодо травмованих і загиблих осіб в ДТП за 2014-2017 роки в Україні

Невиправдано ризикована поведінка і усвідомлене порушення правил дорожнього руху, мабуть, найпоширеніша причина ДТП. Сюди можна віднести ігнорування дорожніх знаків і сигналів світлофора, зміну смуги руху без увімкненого поворотника, підрізання тощо.

Водіння в нетверезому вигляді. На жаль, в більшості країн колишнього Радянського Союзу керування автомобілем у стані алкогольного сп'яніння вважається мало не нормою. Саме водіння в нетверезому вигляді призводить до найтяжчих наслідків. Через алкоголь у крові водій схильний до втрати контролю над своїми вчинками. Крім того, часто з'являється невиправдана самовпевненість, сповільнюється реакція, притупляється увага і погіршується здатність аналізувати те, що відбувається навколо.

Перевищення швидкості. На жаль, чимало водіїв люблять «поганяти», але при цьому не беруть до уваги дорожню обстановку. Обирати швидкість

потрібно залежності від дорожніх умов (зокрема, виду, стану й ухилу дороги), видимості й оглядовості, технічного стану авто тощо.

Неуважне водіння. У цю категорію входить неуважне ставлення автолюбителів до інших учасників дорожнього руху, зокрема пішоходів, а також поверхнєве спостереження за дорожньою ситуацією. Крім того, розмови телефоном, вживання їжі за кермом, чи просто банальні розмови з пасажиром (особливо це стосується водіїв з невеликим стажем) – теж можуть стати причиною ДТП.

Неадекватна поведінка в екстремальних ситуаціях. Найбільшою небезпекою тут є автомобілісти-початківці або ті, хто дуже рідко виїжджає на дорогу, так звані «дачники», оскільки вміння уникати аварій приходить тільки з досвідом. Найголовніше в таких ситуаціях – не панікувати, зібратися з думками і сконцентруватися на машині і дорожній обстановці.

Недотримання дистанції. Таке порушення може призвести до наїзду на транспортний засіб, що їде попереду. У населених пунктах необхідно дотримуватися дистанції з розрахунку 0,15 м на 1 км/год швидкості, поза населеними пунктами – 0,3 м на 1 км/год. Однак ці величини стосуються тих випадків, коли дорога рівна та суха. В інших умовах дистанцію потрібно обирати так, щоб у разі раптової зупинки транспортного засобу, що рухається попереду, можна було вчасно зупинити і свій автомобіль.

Порушення правил обгону. Обгін – один із найвідповідальніших і найчастіших маневрів, пов'язаний із підвищеною швидкістю і обмеженою оглядовістю. Часто наслідком неправильного обгону стає лобове зіткнення. Під час цього маневру необхідно точно розраховувати безпечну дистанцію між машинами і обов'язково вмикати відповідний попереджувальний сигнал. Обганяти можна тільки в тому разі, якщо є можливість перевищити швидкість під час обгону транспортного засобу не менше ніж на 15 км/год, а його водій не має наміру змінювати напрямку руху (тому дуже важливо заздалегідь знати наміри водія ТЗ, який ви обганяєте).

Недисциплінованість пішоходів – ще одна причина багатьох аварій. В Україні саме через безтурботність пішоходів стається кожна третя ДТП (перехід дороги в недозволеному місці, несподіваний вихід на проїжджу частину тощо).

Висновок

За статистичними даними найбільш поширенішими причинами виникнення ДТП в Україні є такі: водіння в нетверезому стані; перевищення швидкості; недотримання дистанції; порушення правил обгону та людські фактори такі як неуважність, недисциплінованість водіїв та пішоходів.

Тому за результатами аналізу причин ДТП в Україні, є необхідність в проведенні наступних профілактичних дій:

- регулювання руху транспорту й пішоходів;
- виявлення й припинення порушень Правил дорожнього руху;

- контроль за змістом дорожньої мережі;
- нагляд за технічним станом транспорту;
- реєстрація та облік автотранспортних засобів;
- облік і аналіз ДТП і причин і умов їхнього виникнення, а також вживання заходів до їхнього усунення;
- застосування до порушників установлених законом заходів впливу;
- організація й проведення агітаційно-пропагандистської роботи.

Використані джерела:

1. www.unian.ua/society/2375323-za-rik-v-ukrajini-stalo-na-chvert-bilshe-pyanih-vodijiv-natspolitsiya-infografika.html
(вільний доступ 09.06.2018)
2. http://www.sai.gov.ua/uploads/filemanager/file/dtp08_2017.pdf
(вільний доступ 09.06.2018).

Марченко Володимир Станіславович, експерт запорізького НДЄКЦ України.

СУЧАСНІ СТАТИСТИЧНІ ДАНІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД У МІСТІ ЗАПОРІЖЖЯ.

Смертність на дорогах в Україні залишається найвищою серед усіх країн Європи. За даними Департаменту медичної допомоги МОЗ, з 2011 по 2016 рік в Україні зареєстровано близько 170 тисяч ДТП з потерпілими, в яких загинули 26,5 тис. людей і 209 тис. були травмовані. ДТП в Україні є першою за поширеністю причиною смерті серед молоді у віці від 15 до 24 років і другою – серед дітей у віці від 5 до 14 років. Понад 43% загиблих є пішоходами й велосипедистами. Там підраховали, що ДТП з тяжкими наслідками в Україні відбуваються через перевищення водіями швидкості (39% випадків), необлаштованість пішохідних переходів (38%), порушення правил перетину перехрестя (30%), а також управління автотранспортом у нетверезому стані.

У той же час, за даними управління безпеки дорожнього руху МВС України, за останні роки рівень смертності внаслідок ДТП знизився. У МВС наводять такі цифри: у 2014 році в країні відбулося 30,68 тис. дорожньо-транспортних пригод із потерпілими, у 2015-му – 26,19 тис., В 2016-м - 25,49, а за перші три місяці 2017 року – майже 5,47 тис. Смертність на дорогах, за даними правоохоронців, також поступово знижується (в масштабах року). Так, 2014 року на дорогах країни загинули 4,83 тис. осіб, в 2015-му – 4,48 тис., ще через рік – трохи більше 4 тис. З січня по березень 2017 року включно смертність на дорогах України сягнула 702 осіб.

Патрульна поліція запорізької області повідомляє, що за 12 місяців 2017 року на території обслуговування управління поліції в запорізькій області було зареєстровано дорожньо-транспортних пригод- 3941. ДТП за

участю маршрутних транспортних засобів- 158. ДТП за участю водіїв, які знаходились у стані алкогольного сп'яніння- 211. Водії, які після вчинення ДТП покинули місце пригоди- 574. Вдалося встановити та знайти водіїв, які скоїли та лишили місце ДТП- 301. Внаслідок ДТП осіб травмовано- 660, загинуло- 43. Основини причинами ДТП є перевищення допустимої швидкості дорожнього руху, порушення правил дорожнього руху за виною пішоходів, керування транспортним засобом у стані алкогольного сп'яніння, та не зберігання безпечної дистанції під час руху.

За цією статистикою можна зробити висновок, що ситуація, яка стосується статистики ДТП в Україні та у Запоріжжі зокрема є складною. Причини, які впливають на неї це збільшення транспортного потоку, аварійний стан деяких ділянок дорожнього покриття, низький рівень культури водіння водіїв та пішоходів.

Махлай С.М., старший експерт Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України

ВИЗНАЧЕННЯ ЗУПИННОГО ШЛЯХУ АВТОМОБІЛЯ, ЩО ОБЛАДНАНИЙ АНТИБЛОКУВАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ

Однією з основних умов забезпечення безпеки дорожнього руху під час експлуатації колісного транспортного засобу є справність його гальмового керування, тому Правилами дорожнього руху України забороняється самостійно змінювати конструкцію елементів приводу гальм або гальмові механізми.

Конструкції гальмівного керування сучасних колісних транспортних складаються з декількох гальмових систем. Згідно з ДСТУ UN/ECE R13-09: 2002, будь-який колісний транспортний засіб, що бере участь у дорожньому русі, обов'язково має бути обладнаний трьома гальмовими системами: робочою, запасною (аварійною) і стоянковою.

З метою підвищення ефективності дії наведених гальмових систем, у сучасних колісних транспортних засобах, вони обладнуються автоматизованими системами, які безперечно покращують безпеку дорожнього руху, за рахунок надання водієві можливості змінювати траєкторію руху автомобіля під час гальмування.

Під час проведення розрахунків по визначенню гальмівного або зупинного шляху автомобіля величина його уповільнення (J_n) враховується виходячи зі значення коефіцієнту зчеплення шин з дорожнім покриттям, при цьому вважається, що колесо знаходиться у заблокованому стані.

Якщо ж транспортний засіб рухається з незаблокованими колесами, то коефіцієнт зчеплення перетворюється на коефіцієнт гальмування, який не дорівнює коефіцієнту зчеплення та має дещо більше значення.

При цьому замість сталого уповільнення (J_H) необхідно використовувати середнє досягнуте уповільнення (j_{CP}) транспортного засобу в процесі гальмування без блокування його коліс, (m/s^2).

Визначення середнього досягнутого уповільнення (j_{CP}) є непростю задачею, бо воно прямо пропорційно коефіцієнту гальмування та залежить від координат розташування центру мас транспортного засобу та реалізованих зчеплень його коліс, які гальмуються.

Враховуючи все вище сказане та враховуючи те, що сучасні транспортні засоби обладнані автоматизованими системами, які не допускають блокування коліс транспортного засобу та підвищують час гальмування у порівнянні з ідеальним процесом гальмування, зупинний шлях транспортного засобу можна визначити за допомогою залежності [1]:

$$S_{ост} = \frac{(V_H - V_K)}{3,6} \cdot \left(t_p + t_c + \frac{t_3}{2} \right) + \frac{(V_H - V_K)^2}{25,92 \cdot \varepsilon \cdot j_{CP}}, \quad (1)$$

де ε - безрозмірний коефіцієнт використання сили зчеплення автоматизованою системою.

Коефіцієнт ε визначається експериментальним шляхом для кожної серії транспортних засобів, які обладнано автоматизованою системою, що дозволяє розблоковувати колеса, на сертифікаційних полігонах згідно з міжнародними вимогами, яким відповідає стандарт ДСТУ UN/ECE R13-09:2002. Згідно цього стандарту транспортні засоби з автоматизованими системами допускаються до експлуатації, якщо коефіцієнт використання сили зчеплення при використанні системи знаходиться в діапазоні $0,75 \div 1$ для будь-яких погодних-кліматичних умов експлуатації транспортних засобів.

Література

1. ПДР України 2018 з коментарями та ілюстраціями (українською мовою)[Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://monolith.in.ua/pdd/onlayn-pdr-ukrayini-ukrayinskoju-movoyu/> - Назва з екрану.
2. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорії М, N і O стосовно гальмування. (Правила ЕЭК ООН № 13-09:2000, IDT): ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002 – [Чинний від 25.12.2002]. – К.: Державтотранс НДІп-роект, 2002. – 324с. – (Національний стандарт України).
3. Судебная автотехническая экспертиза под ред. В.А. Илларионова. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – ч. 2. – 485 с.
4. Леонтьев Д.Н. Определение продольной реализуемой силы сцепления автомобильного колеса с опорной поверхностью по крутильной деформации шины и ее жесткости / Д.Н. Леонтьев, Л.О. Рыжих, А.В. Быкадоров // Автомобильная промышленность: научно-технический журнал. – 2014. – №10. – С. 20 – 24.
5. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортного средства: монография / Д.Н. Леонтьев, А.Н. Туренко, В.А. Богомолов и др. – 2-е изд., допол. – Х: ХНАДУ, 2015. – 450 с.

Меркулов Кирило Віталійович, судовий експерт Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, E-mail: 21_ATE@ukr.net, 0637561488.

ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ОБСТАНОВКИ В АВТОТЕХНІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗІ

При вирішенні питання про наявність у водія технічної можливості уникнути дорожньо-транспортної пригоди першочергово необхідно визначити, в який момент виникла небезпечна обстановка, тобто в який момент водій повинен був прийняти необхідні міри для уникнення пригоди.

Визначення моменту виникнення небезпечної обстановки для водія в умовах, що передували ДТП, нерідко пов'язане з певними труднощами. Згідно п. 12.3 Правил дорожнього руху України «У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди, яку водій об'єктивно спроможний виявити, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди» [1].

Однак в Правилах дорожнього руху України взагалі відсутнє поняття «момент виникнення небезпечної обстановки». Внаслідок цього, для встановлення моменту, коли водій повинен був прийняти міри для уникнення пригоди, експерту доводиться вирішувати питання про те, як та коли в даній дорожній обстановці водію слід було оцінити дії учасників дорожнього руху, створивших небезпечну обстановку. Це питання експерт вирішує виходячи із свого особистого досвіду; деяких загальних положень, що вказані в методичних рекомендаціях по проведенню автотехнічних експертиз; вихідних даних про дорожню обстановку, що була при скоєнні ДТП.

Однак досвід експертів не однаковий, а прийняті в експертній практиці загальні положення не завжди відповідають об'єктивним обставинам пригоди, тому і при вирішенні питання про момент виникнення небезпечної обстановки в певних випадках інколи відсутній єдиний підхід.

В якості прикладу впливу вибору моменту виникнення небезпеки для руху водію розглянемо наступну ситуацію:

В ухвалі про призначення автотехнічної експертизи вказано: водій автомобіля «ВАЗ-2110» Петренко П.П., рухаючись по пр. Гагаріна в м. Харкові, здійснив наїзд на пішохода Іванова І.І., який перетинав проїзну частину по пішохідному переходу зліва направо відносно напрямку руху автомобіля. Проїзна частина пр. Гагаріна шириною 20 м, призначена для руху транспортних засобів в двох напрямках. Ширина проїзної частини по напрямку руху автомобіля складає 10 м. Дорожнє покриття асфальтобетонне, горизонтальне, сухе. Місце наїзду на пішохода розташоване на відстані 4,2 м від правого краю проїзної частини по напрямку руху автомобіля. Перед ДТП водій автомобіля Петренко П.П. не гальмував. Перед наїздом автомобіль рухався на відстані 4 м від правого краю проїзної частини до правої бічної сторони автомобіля. Видимість елементів проїзної частини та пішохода необмежена (більше 300 м).

Пішохід перетинав проїзну частину під прямим кутом відносно її границь, при цьому при русі по пішохідному переходу пішохід Іванов І.І. пройшовши відстань 19 м за час 12 с зліва направо відносно напрямку руху автомобіля, розвернувся та пішов у зворотньому напрямку, подолавши при цьому відстань 3,2 м за час 1,2 с. На момент ДТП автомобіль «ВАЗ-2110» був в технічно справному стані. Автомобіль «ВАЗ-2110», під керуванням водія Петренка П.П., рухався зі швидкістю 50 км/год. Момент небезпеки прийняти з експертної практики.

Віддалення автомобіля «ВАЗ-2110» від місця наїзду в момент виходу пішохода на пішохідний перехід складає 183,3 м, а віддалення автомобіля «ВАЗ-2110» від місця наїзду в момент зміни напрямку руху пішохода складає 16,7 м, що слідує із розрахунку:

$$S_{a1} = t_{П1} \times \frac{V_a}{3,6} = 13,2 \times \frac{50}{3,6} = 183,3 \text{ м}, \quad (1)$$

де $t_{П1}$ – час, який пройшов з моменту виходу пішохода на пішохідний перехід до моменту наїзду – 13,2 с;

V_a – швидкість руху автомобіля «ВАЗ-2110» – 50 км/год.

Віддалення автомобіля «ВАЗ-2110» від місця наїзду в момент зміни напрямку руху пішохода складає 16,7 м, що слідує із розрахунку:

$$S_{a2} = t_{П2} \times \frac{V_a}{3,6} = 1,2 \times \frac{50}{3,6} = 16,7 \text{ м}, \quad (2)$$

де $t_{П2}$ – час, який пройшов з моменту зміни напрямку руху пішохода до моменту наїзду – 1,2 с.

Зупиночний шлях автомобіля «ВАЗ-2110» в умовах місця пригоди, складає $S_0 = 28,5 \dots 29,6$ м, що слідує з розрахунку наведеного нижче:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5 \times t_3) \times \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{25,92 \times j} = (0,8 + 0,2 + 0,5 \times 0,25) \times \frac{50}{3,6} + \frac{50^2}{25,92 \times 6,9 \dots 7,5} = 28,5 \dots 29,6 \text{ м}, \quad (3)$$

де t_1 – ситуаційний час реакції водія автомобіля «ВАЗ-2110» – 0,8 с [5];

t_2 – час запізнювання спрацьовування гальмівного приводу автомобіля «ВАЗ-2110» – 0,2 с [3];

t_3 – час наростання сповільнення автомобіля «ВАЗ-2110» при гальмуванні на сухій асфальтобетонній ділянці проїжджої частини горизонтального профілю – 0,25 с [7];

j – найменше сповільнення технічно справного автомобіля «ВАЗ-2110» при гальмуванні на сухій асфальтобетонній ділянці проїжджої частини горизонтального профілю – 6,9...7,5 м/с² [7].

Якщо прийняти момент виникнення небезпеки для руху з моменту виходу пішохода на пішохідний перехід, то слід прийти до висновку, що віддалення автомобіля «ВАЗ-2110» в умовах місця пригоди від місця наїзду ($S_{a1}=183,3$ м) більше ніж зупиночний шлях вказаного транспортного засобу ($S_0=28,5...29,6$ м) і водій Петренко П.П. мав технічну можливість уникнути ДТП шляхом своєчасного застосування гальмування та зупинки керованого ним транспортного засобу до місця наїзду.

Однак, якщо прийняти момент виникнення небезпеки для руху з моменту зміни напрямку пішохода, слід дійти до висновку, що зупиночний шлях автомобіля «ВАЗ-2110» ($S_0=28,5...29,6$ м) більше ніж віддалення цього транспортного засобу від місця наїзду ($S_{a2}=16,7$ м) і, відповідно, водій Петренко П.П. не мав технічної можливості уникнути наїзду на пішохода шляхом зупинки керованого ним транспортного засобу до місця наїзду.

Резюмуючи вищенаведене вбачається, що вибір моменту виникнення небезпеки для руху має вирішальне значення при проведенні досліджень відносно технічної можливості уникнути ДТП для водія при проведенні автотехнічних досліджень. Однак в Правилах дорожнього руху України та в коментарях до них відсутні рекомендації водію про те, як і в який момент він повинен оцінити ситуацію як небезпечну. Згідно методичних рекомендацій, які використовуються експертами при проведенні автотехнічних досліджень, в певних ситуаціях (як у прикладі, наведеному вище) можна навести об'єктивні аргументи на користь вибору виникнення моменту небезпеки для руху як при першому варіанті, так і при другому.

Таким чином в наказах, інструкціях, методичних рекомендаціях, які використовуються при проведенні автотехнічних досліджень необхідно розробити єдиний підхід до вибору моменту виникнення небезпеки для руху (з урахуванням різноманіття дорожньо-транспортних ситуацій) та прийняти за основу всіма експертними установами України з метою проведення повного, об'єктивного та всебічного дослідження при проведенні автотехнічних експертиз.

Література

1. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы. М., 1971.
2. Можливості використання спеціальних знань при розслідуванні ДТП. Х., Шевцов С.О., 2005.

3. Определение и применение в экспертной практике параметров торможения автотранспортных средств. ВНИИСЭ. М.: 1986.
4. Правила дорожного руху України, Київ, «Арій», 2018.
5. Применение дифференцированных значений времени реакции водителя в экспертной практике. ВНИИСЭ. М.: 1987.
6. Судебная автотехническая экспертиза, ч. 2 под ред. В.А. Иларионова, ВНИИСЭ, М., 1980.
7. Экспертная практика и новые методы исследования. Выпуск 3. Результаты систематизации экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств. М.: 1990.

Москалюк Анатолий Валериевич, к.ф-м.н., доцент, старший судебный эксперт, Черновицкий научно-исследовательский экспертно криминалистический центр

ЗНАЧЕНИЕ ОСМОТРА МЕСТА ПРОИСШЕСТВИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ВЫВОДОВ ЭКСПЕРТА

Одним из наиболее важных в доказательственном аспекте первоначальных следственных действий по дорожно-транспортным происшествиям (ДТП) является осмотр места происшествия. Неквалифицированное и небрежное проведение этого следственного действия обычно приводит к невосполнимым утратам следов и вещественных доказательств, поскольку компенсировать пробелы, допущенные при первоначальном осмотре, путем повторного осмотра, как правило, не удастся.

От качества производства осмотра места ДТП напрямую зависит успех расследования. Уровень полноты и детализации при фиксации материальной обстановки места ДТП определяет возможность дальнейшего производства необходимых экспертных исследований и вероятность получения категорического вывода на поставленный вопрос.

Осмотр места ДТП характеризуется высокой сложностью: во-первых, ввиду необходимости его проведения в сжатые сроки (т.к. осмотр мест ДТП нередко проходит в условиях интенсивного автомобильного движения, где при быстро меняющейся обстановке сложно сохранить в неизменном виде картину происшествия), во-вторых, ввиду наличия достаточно большого количества следов на месте ДТП. Успех в решении задачи всестороннего, полного, объективного и быстрого исследования обстоятельств каждого ДТП во многом зависит от того, насколько правильно и своевременно произведен осмотр места происшествия а также выбора технических средств для проведения осмотра.

В рассматриваемом аспекте весьма перспективно внедрение технических средств, позволяющих автоматизировать некоторые процессы осмотра места происшествия при расследовании ДТП. Автоматизация процесса составления схемы ДТП, иных составляемых в результате события ДТП документов позволит в достаточной степени разгрузить эксперта, а также снизить роль человеческого фактора при осмотре.



Рисунок 1 Комплекс Faro Focus 3D

Другим перспективным направлением является внедрение в практику фотограмметрических технологий и технологии 3-D сканирования. В настоящее время технологии 3D сканирования с успехом применяются в различных сферах человеческой деятельности, имеется положительный экспериментальный опыт их использования в расследовании ДТП. В качестве примера одного из имеющихся на рынке комплектов 3-D сканирования можно привести комплекс Faro Focus 3D.

Данный программно-аппаратный комплекс посредством осуществления трехмерного лазерного сканирования позволяет фиксировать, такие последствия ДТП как: взаимное расположение автомобилей и пострадавших с привязкой к местности, следы торможения, осыпи грязи и битого стекла, повреждения автомобилей, определять любые расстояния между объектами (автомобилями, метками, зданиями, столбами освещения и т.п.) с точностью до 2 мм, определять взаимное расположение объектов, а также оценивать степень повреждения объектов. Использование лазерного 3D сканера позволяет достоверно без ошибок создать схему ДТП, при необходимости создать трёхмерную модель места событий, многократно использовать данные, которые полностью соответствуют реальным данным на момент фиксации. Разработчиками рассматриваемого комплекса заявлено, что фальсификация данных при составлении схемы полностью исключена, т.к. схема и «облако точек» сохраняются единым файлом, который нельзя изменить [1].

Последовательность действий при использовании средств 3D фиксации места ДТП может быть представлена в виде следующего алгоритма: выгрузка частей изделия, их сборка, включение устройства; установка сфер-маркеров; выход оборудования на рабочий режим (поиск «нулевой точки», активация лазера); начало, проведение и завершение сканирования; перенос оборудования на следующую точку сканирования без демонтажа оборудования (в сборе); передача полученных цифровых сканов из памяти лазерного сканера в портативный компьютер типа «ноутбук», отключение аппаратуры, демонтаж изделия, помещение составных частей сфер-маркеров в транспортный контейнер. Бюджет рабочего времени, необходимый для осуществления полного процесса сканирования места происшествия, в среднем составляет 15 минут. Временные параметры обработки результатов сканирования на персональном компьютере с выводом формализованного бланка схемы

дорожно – транспортного происшествия посредством печатающего устройства (принтера) существенно варьируются и зависят прежде всего от наличия у оператора опыта подготовки схем ДТП с использованием вышеуказанной компьютерной программы. После формирования определенных навыков использования имеющегося инструментария для выполнения этой задачи требуется 5–7 минут.

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что первичная информация, которую эксперт может получить непосредственно с места ДТП даст ему возможность более детально понять механизм образования ДТП, провести экспертное исследование и оформить выводы эксперта.

1. Oficial'nyj sajt kompanii FARO [Електронний ресурс], -URL: <http://www.faro.by/katalog/skaner-faro-focus-3d> (7.04.2014)

Науменко Владислав Вікторович, головний судовий експерт сектору автотехнічних досліджень відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів Запорізького НДЕКЦ МВС України, Nawvlad@gmail.com, тел. 097 978 03 57.

ЗАСТОСУВАННЯ ВИМОГ ПРАВИЛ ДОРОЖНЬОГО РУХУ УКРАЇНИ, ЩО ВИКЛИКАЮТЬ РІЗНЕ ТЛУМАЧЕННЯ, ПРИ ВИКОРИСТАННІ В ЕКСПЕРТНІЙ ПРАКТИЦІ

Експертна оцінка дій учасників дорожнього руху базується на вимогах Правил дорожнього руху України (ПДР). Вирішення питання про невідповідність дій починається зі встановлення факту відхилення від вимог ПДР, якими в конкретній дорожній ситуації регламентувались дії учасників дорожнього руху.

Вимоги Правил дорожнього руху України встановлюють обов'язкову поведінку учасників дорожнього руху у кожній конкретній ситуації для досягнення цілі, яка логічно витікає з конкретної норми ПДР.

Однією з нагальних проблем причин ДТП є наїзд водіями на пішоходів, при перетині ними пішохідних переходів.

На нерегульованих переходах пішохід має однозначну перевагу у русі, оскільки згідно п. 18.1 ПДР [1] зазначає, що: «водій транспортного засобу, що наближається до нерегульованого пішохідного переходу, на якому перебувають пішоходи, повинен зменшити швидкість, а в разі потреби зупинитися, щоб дати дорогу пішоходам, для яких може бути створена перешкода чи небезпека».

На пішохідних переходах через проїзні частини, що мають більше однієї смуги руху в одному напрямку може виникнути ситуація, коли водій, що під'їждить до переходу не бачить пішоходів, які знаходяться на ньому в межах сусідніх смуг руху, через транспортні засоби, що рухаються цими смугами. Для відвернення аварійної ситуації в цьому випадку - наявний пункт 18.4 ПДР [1], в

якому йдеться «якщо перед нерегульованим пішохідним переходом зменшує швидкість чи зупинився транспортний засіб, водії інших транспортних засобів, що рухаються по сусідніх смугах, повинні зменшити швидкість, а в разі потреби зупинитися і можуть продовжити (відновити) рух лише переконавшись, що на пішохідному переході немає пішоходів, для яких може бути створена перешкода чи небезпека».

Автори нормативного документу, очевидно, вважали, що сигналом водієві про наявність пішоходів, яких він поки що не бачить за транспортними засобами, що рухаються сусідніми смугами, слугуватиме зменшення швидкості водіями цих транспортних засобів. Проте, відповідно до п. 18.1 ПДР [1], водії транспортних засобів, що рухаються сусідніми смугами, вживатимуть якихось заходів коли вважатимуть, що пішоходи створюють перешкоду для них, а не для водія сусідньої смуги. Така ситуація характерна для порівняно нешвидких транспортних засобів громадського користування (автобусів та тролейбусів), що, рухаючись правою смугою з невисокою швидкістю, повністю закривають огляд для водіїв, що знаходяться на сусідніх смугах. При цьому пішоходам відповідно до п. 4.14 [1], забороняється виходити на проїзну частину, не впевнившись у відсутності небезпеки для себе та інших учасників руху. Таким чином, пішохід оцінює ситуацію, знаходячись на тротуарі, тобто може не побачити транспортний засіб, що наближається не по правій смузі, особливо якщо по правій буде рухатися автобус чи тролейбус.

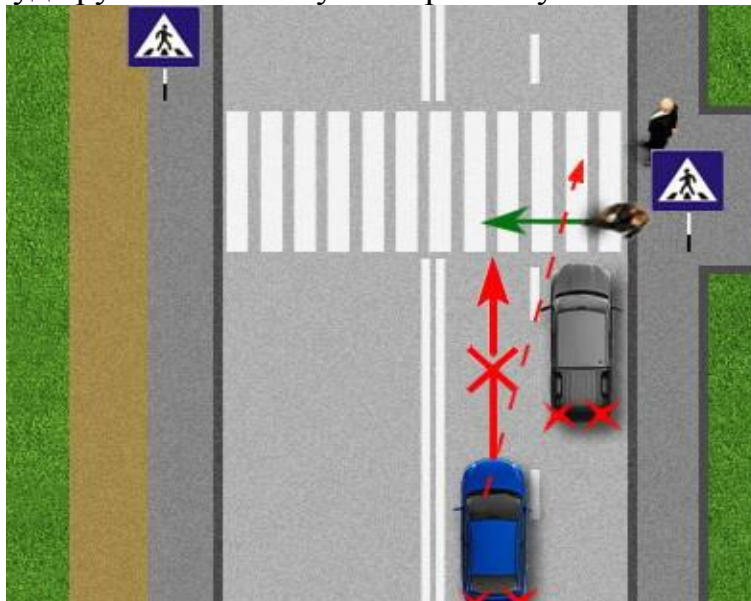


Рисунок 1 – Проїзд нерегульованого пішохідного переходу, через проїзні частини, що мають більше однієї смуги руху в одному напрямку

В даному випадку, для забезпечення безпеки дорожнього руху, водій транспортного засобу, який наближається до нерегульованого пішохідного переходу в умовах обмеженої оглядовості, повинен оцінити обстановку на пішохідному переході в його межах, з особливою увагою на зону пішохідного переходу, яка не проглядається. Також дуже важливо переконатися в тому, що ніхто не підходить або не підбігає до пішохідного переходу. Якщо ж попереду рухається автомобіль, який почав сповільнюватися перед пішохідним

переходом, то однозначно водію, який рухається за ним у попутному напрямку по сусіднім смугам, потрібно знижувати швидкість, і ні в якому разі не випереджати його.

Також, як зазначено у п. 18.4 [1] продовжити (відновити) рух водіям транспортних засобів можна лише переконавшись, що на пішохідному переході немає пішоходів, для яких може бути створена перешкода чи небезпека.

В даному випадку між водіями ТЗ та пішоходами, що рухаються по пішохідному переходу дуже часто виникають аварійні ситуації, характерною рисою яких є намагання водіїв проїхати пішохідний перехід перед пішоходами, які ще, на думку водіїв не досягли їхньої смуги руху, а отже вони (водії) не створювали перешкоди або небезпеки для руху пішоходів. На жаль, перша думка у багатьох водіїв саме про те, як «проскочити», а не «як поступитися». І це видно по реакції водіїв, що наближаються до пішохідного переходу. Але з точки зору безпеки руху, першочергове завдання водія, який наближається до пішохідного переходу, думати насамперед про те, як забезпечити безпеку пішоходів, які можуть рухатися по ньому, та мають перевагу у русі. Коли стає ясно, що безпеці пішоходів ніщо не загрожує, от тоді, в другу чергу, і можна прикинути: а чи можна проїхати пішохідний перехід, по якому йдуть люди?

Зважаючи на зазначене пропонується п. 18.4 ПДР України викласти в такій редакції:

«Заїздити на нерегульований пішохідний перехід, на дорогах, які мають дві і більше смуги для руху в одному напрямку, водієві дозволяється тільки переконавшись, що на переході в межах смуги його руху та сусідніх смуг немає пішоходів.

У разі зменшення швидкості руху або зупинки транспортного засобу перед нерегульованим пішохідним переходом, водіям інших транспортних засобів, що рухаються по сусідніх смугах попутного напрямку забороняється випередження таких ТЗ, та повинні знизити швидкість, а за потребою зупинитися, щоб дати дорогу пішоходам».

Такий виклад, виключить ситуації, подібні до описаної вище, коли водій об'єктивно не може до настання аварійної ситуації визначити, що його автомобіль становить перешкоду або небезпеку для руху пішоходів, які перебувають в межах сусідніх смуг.

Введення до нормативних актів у сфері безпеки дорожнього руху пропонованих змін і доповнень, дозволить знизити дорожню аварійність та дозволить більш об'єктивно визначати вину учасників дорожнього руху у випадку скоєння ДТП.

Література

Правила дорожнього руху. Офіційне видання: – Дніпро: «Монолит», 2018.

Немий Степан Володимирович, к.т.н., доцент, Національний Університет «Львівська політехніка». sniemyj@ukr.net

Ванько Тарас Ігоревич, магістрант, Національний Університет «Львівська політехніка».

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ АВАРІЙНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Формулювання проблеми. В останній час значно погіршилась обстановка на автомобільних дорогах країни щодо дотримання безпеки руху. Практично немає дня, щоб не надходила інформація про аварії із людськими жертвами. Значно почастишали доржньо-транспортні пригоди (ДТП) за участю автобусів пасажирських перевезень. Наприклад, проведена поліцією у липні 2018 р. перевірка пасажирських автобусів виявила грубі порушення правил дорожнього руху та режимів експлуатації автобусів при перевезенні пасажирів (табл. 1 [1]). Було перевірено 185027 автобусів, з них 7625 – для перевезення організованих груп дітей.

Таблиця 1

Вид порушення	Кількість порушень	% від загальної кількості автобусів
Відхилення від маршруту та несвоєчасний заїзд на автостанцію	7373	3,99
Перевезення пасажирів понад максимальну пасажировмістимість	6116	3,30
Недотримання вимог дорожніх знаків і розмітки	2424	1,31
Порушення правил посадки і висадки пасажирів	1933	1,04
Несвоєчасне проходження технічного контролю	1098	0,59
Керування автобусом водієм без необхідних документів	977	0,53
Несправні зовнішні світлові прилади	449	0,24
Використання невідповідних шин та коліс	386	0,21
Порушення технічного стану аварійних виходів	250	0,14
Всього, виявлених порушень	21006	11,36

Як бачимо у таблиці, понад 10 % становлять тільки порушення організаційного характеру. Слід відзначити, що наведені у таблиці дані є результатом візуальних спостережень, без «зазирання всередину» функціональних вузлів і систем, що впливають на активну безпеку руху автомобільних транспортних засобів (АТЗ). Тож потенційно порушень при експлуатації автобусів може бути значно більше через невідповідність гальмівних систем, кермового керування, підвісок, пасажирських дверей тощо.

Метою досліджень є аналіз аварійності АТЗ, причиною якої є не тільки дорожні і технічні фактори.

Результати дослідження. У засобах масової інформації спеціалістами різних напрямків, часом і представниками поліції утверджується думка, що основною причиною аварійності на дорогах України є їх незадовільний стан. Так, це дійсно є чинник, що негативно впливає на безпеку руху, але не єдиний. Адже, у принципі, кваліфікований водій розуміє, що якщо погана дорога то треба насамперед зменшити швидкість руху і керувати автомобілем максимально уважно.

На наш погляд основні причини нинішньої аварійності на дорогах, для наочності, можна відобразити простою схемою (рис. 1).

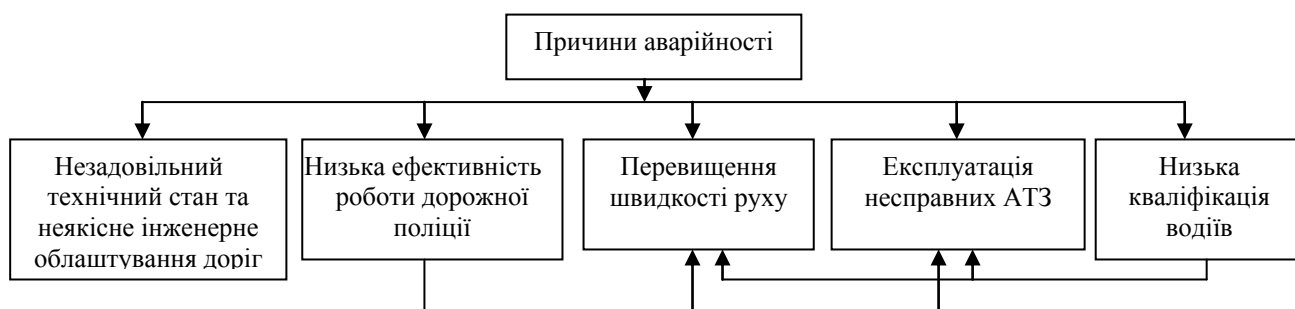


Рис. 1. Основні причини аварійності на дорогах

Вплив незадовільного технічного стану доріг і їх неякісного інженерного облаштування, то насамперед мається на увазі збільшення кількості смуг руху і їх ширини. Немаловажне значення має наявність технічних засобів для розділення зустрічних потоків руху. Крім цього, виникла гостра необхідність автоматизованого контролю швидкості руху на всіх ділянках доріг. Ці вимоги породжені значним збільшенням кількості АТЗ на дорогах в останні роки.

Щодо низької ефективності роботи дорожньої поліції, то яскравим прикладом є майже щоденні ДТП, спричинені вживанням водіями алкоголю і психотропних речовин (фактор безкарності) і часто «невтручання» працівників поліції у очевидні порушення правил дорожнього руху водіями (перевищення швидкості руху, ігнорування знаків світлофора при проїзді перехресть, паркування у заборонених місцях тощо). Практично безконтрольно залишається експлуатація несправних АТЗ.

Зловживання перевищенням швидкості руху, то тут, насамперед, все таки виступає низький рівень кваліфікації водіїв, прояви якого варто розглядати у двох аспектах. По-перше, зловживають перевищенням швидкості особи, породжені нинішніми соціальними умовами: так звані «мажори» і особи із «впливовими зв'язками» – знову ж таки фактор безкарності, спричинений неналежною діяльністю поліції і судів. Однак ці особи не розуміють, що перед законами природи всі люди рівні. Вони не здатні збагнути, що у русі на великих швидкостях гальмівні системи є недостатньо ефективними через збільшення гальмівного шляху. Не розуміють, що наїзд на великій швидкості на людину,

якийсь придорожній об'єкт чи транспортний засіб – це практично важкі травми або неминуча смерть, нищення транспортних засобів і об'єктів придорожньої інфраструктури. Практично не розуміють впливу умов руху на його безпеку. По-друге, зловживають перевищенням швидкості руху також і «прості смертні» із вище наведених причин.

Обидві ці «категорії» водіїв відзначаються ще й грубими порушеннями правил дорожнього руху – обгін при обмеженій видимості, зупинка і стоянка у неналежному місці, недотримання смуги руху, проїзд на заборонні сигнали світлофора, ігнорування вимог доржніх знаків і розмітки тощо. Туди ж слід віднести і свідоме використання технічно несправних АТЗ. І тут вже виступає фактор низької кваліфікації водіїв, спричиненої неякісним рівнем їх підготовки. У так званих автошколах викладання проводиться при незадовільному матеріальному і методичному забезпеченні. Практично мало уваги приділяється основам безпеки руху. Викладачі, основними спеціальностями яких є не технічні професії, часом не мають належного поняття про теорію руху автомобіля, впливу умов руху на його безпеку тощо.

Експлуатація технічно несправних АТЗ (невиявлені, потенційно небезпечні дефекти) у значній мірі спричинена неякісним виконанням технічного обслуговування і поточного ремонту в умовах виробничо-технологічних баз АТП.

Висновки. На основі викладеного можна констатувати наступне.

1. Організація та безпека руху АТЗ на дорогах вимагає значної уваги і впливу державних структур в аспектах фінансових, організаційних і законодавчих.

2. Для гарантування належної якості технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу на автотранспортних (АТП) і сервісних підприємствах необхідно впровадити державну сертифікацію їх виробничо-технологічних баз.

3. З метою підвищення кваліфікації водіїв необхідна належна організація процесу їх навчання і обов'язкова сертифікація відповідних навчальних закладів.

4. Система автомобільних перевезень практично втратила державне підпорядкування і керівництво багатьох АТП не приділяє належної уваги стану виробничо-технологічної бази обслуговування та ремонту АТЗ на їхніх підприємствах. Це практично робить неможливим законодавчий вплив на якість технічного обслуговування та ремонту АТЗ.

5. Значною проблемою є виникнення приватних перевізницьких фірм з малою чисельністю рухомого складу, які не мають власної технологічної бази для технічного обслуговування і ремонту АТЗ.. Це також негативно впливає на безпеку руху АТЗ.

Література

1. <https://tsn.ua/auto/news/globalna-perevirka-1183458.html>.

Новосад Роман Тарасович, судовий експерт Львівського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України
Сільник Тарас Михайлович, судовий експерт Львівського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України

СТАТИСТИКА ДТП В УКРАЇНІ ЗА СІЧЕНЬ – ЛЮТИЙ 2018 РОКУ

За два місяці цього року зафіксовано спад дорожньо-транспортних пригод та смертності на дорогах у порівнянні з аналогічним періодом минулого року.

Серед найголовніших чинників, які вплинули на таку статистику, — запуск дорожньої патрульної поліції, обмеження руху до 50 км/год та превентивні заходи.

За два місяці цього року в країні зареєстровано 21,5 тисяча дорожньо-транспортних пригод. Це на 4,2 тисячі менше, аніж у січні-лютому минулого року.



Рисунок 1. Статистика ДТП в Україні за січень – лютий 2018 року.

Серед них 2888 — ДТП з потерпілими, проте як у минулорічний період таких ДТП було понад 3,1 тисячу.

У цьогорічних дорожньо-транспортних пригодах 363 людини загинуло, 3787 осіб — травмовані.



Рисунок 2. Динаміка ДТП та їх наслідків за січень – лютий 2018 року у порівнянні з аналогічним періодом 2017 року.

Найпоширенішими причинами ДТП з потерпілими за два місяці цього року є перевищення безпечної швидкості та порушення правил маневрування.

Внаслідок перевищення водіями безпечної швидкості загинула 161 людина, через порушення правил маневрування — 55 людей.

Розподіл ДТП за видами:



Розподіл ДТП за причинами:

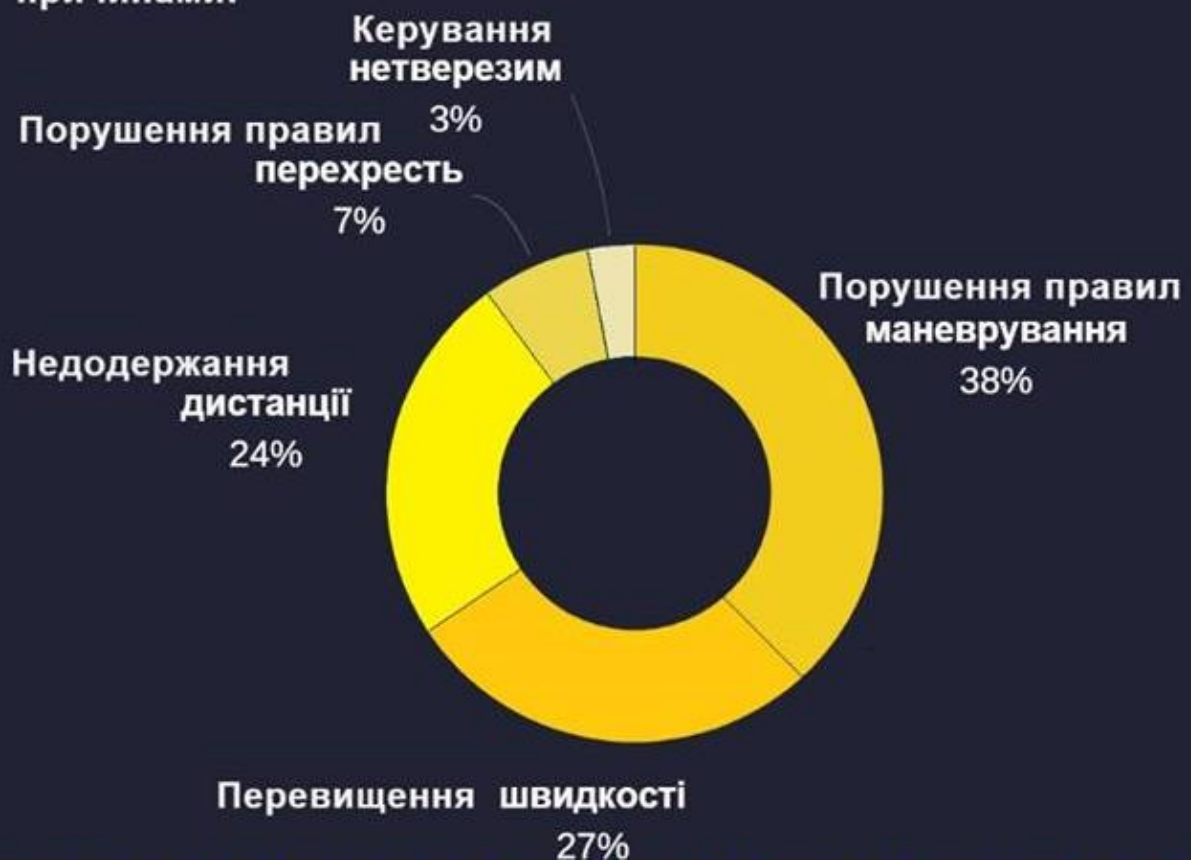


Рисунок 3. Ситуація на дорогах України в діаграмах.

Література

1. <http://patrol.police.gov.ua>

Овчаренко М.М., судовий експерт, Полтавського НДЕКЦ МВС України.
Падалко Д.Ю., судовий експерт Вінницького НДЕКЦ МВС України

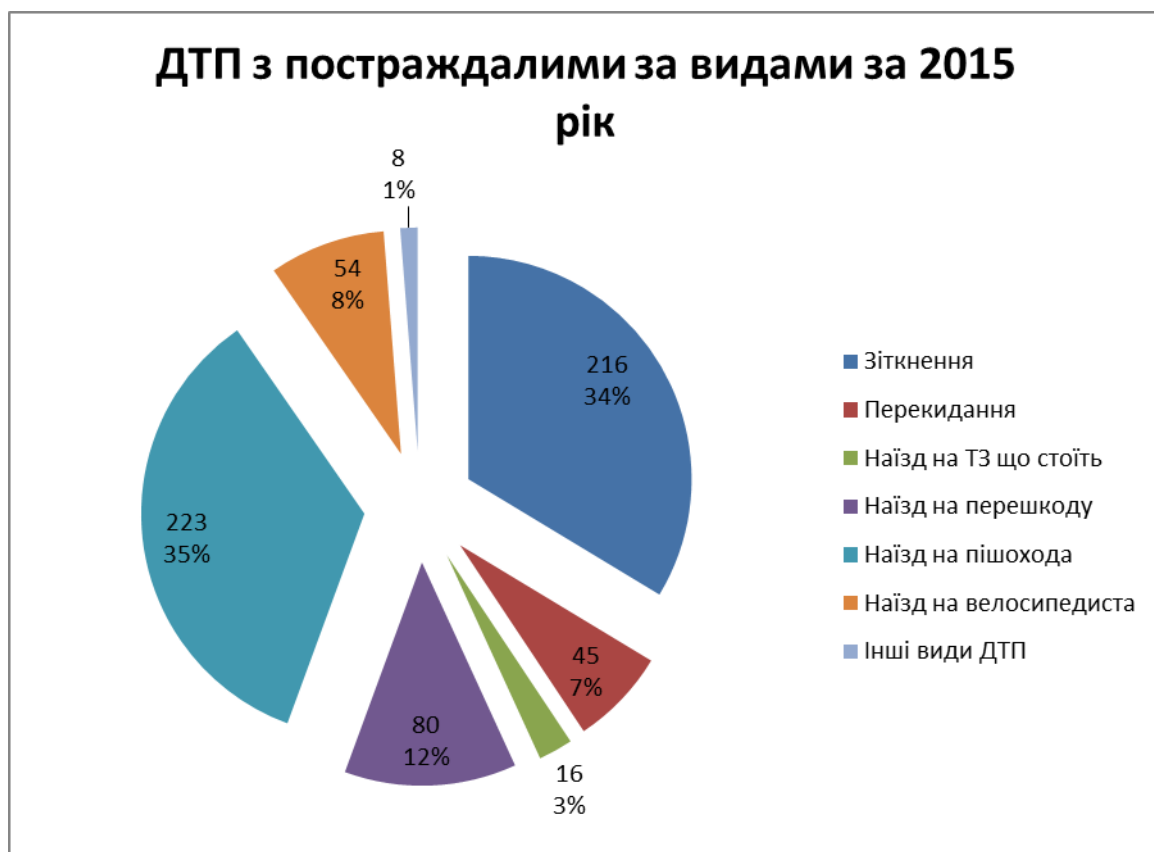
Вплив порушень Правил дорожнього руху на травмування та загибель людей в наслідок дорожньо-транспортних пригод

Аналіз найбільш поширених порушень Правил дорожнього руху які призвели до дорожньо-транспортних пригод з потерпілими у Вінницькій області за період 2015 року, період 2016 року та за період з 01.01.2017 року по 31.08.2017 року.

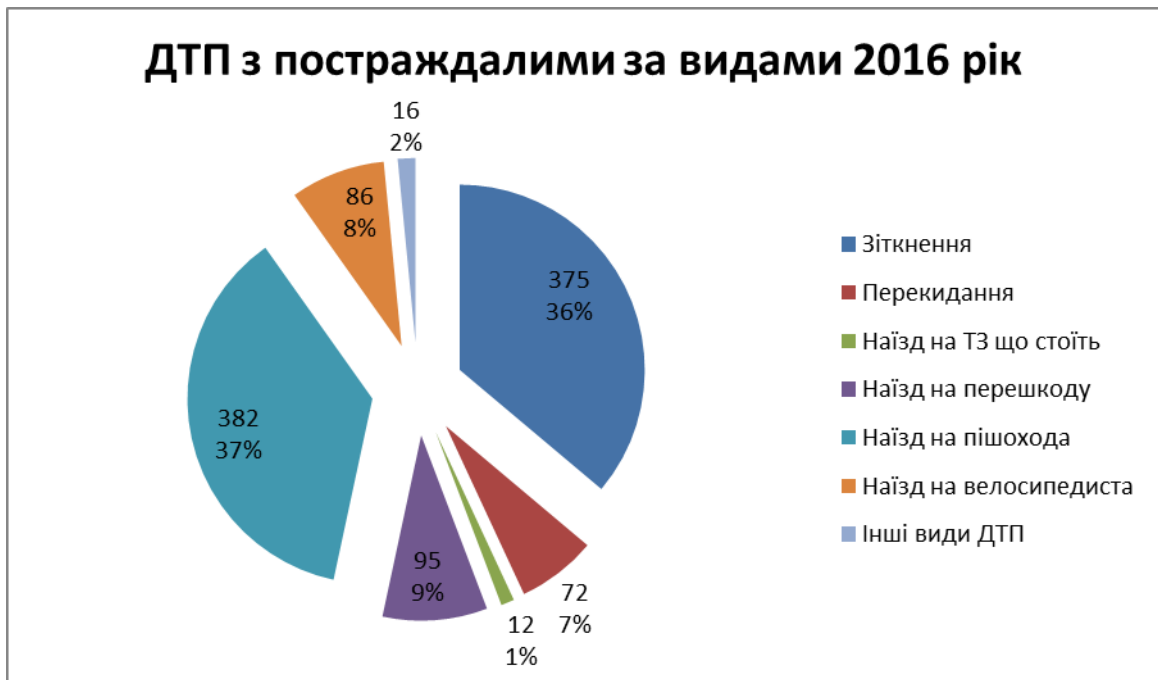
Безпека дорожнього руху – одна з найактуальніших проблем нашого часу. Кожен з нас щодня стає учасником дорожнього руху – як водій, пасажир чи пішохід. Тому всі зобов'язані дотримуватися Правил дорожнього руху. І цей обов'язок - не рутинна вимога органів правопорядку, а запорука збереження людського життя. Неприпустимо, коли через недисциплінованість, неорганізованість, необачність, а інколи просто через безглуздість у дорожньо-транспортних пригодах обривається людське життя.

Розглянемо статистику ДТП с постраждалими за такою класифікацією як “за видами”.

Протягом 2015 року на території Вінницької області зареєстровано 2374 дорожньо-транспортних пригоди, з яких 642 з постраждалими, у результаті яких 715 чоловік травмовані та 179 чоловік загинуло.



Протягом 2016 року на території Вінницької області зареєстровано 3238 дорожньо-транспортних пригоди, з яких 1038 з постраждалими, у результаті яких 1241 чоловік травмовані та 182 чоловік загинуло.

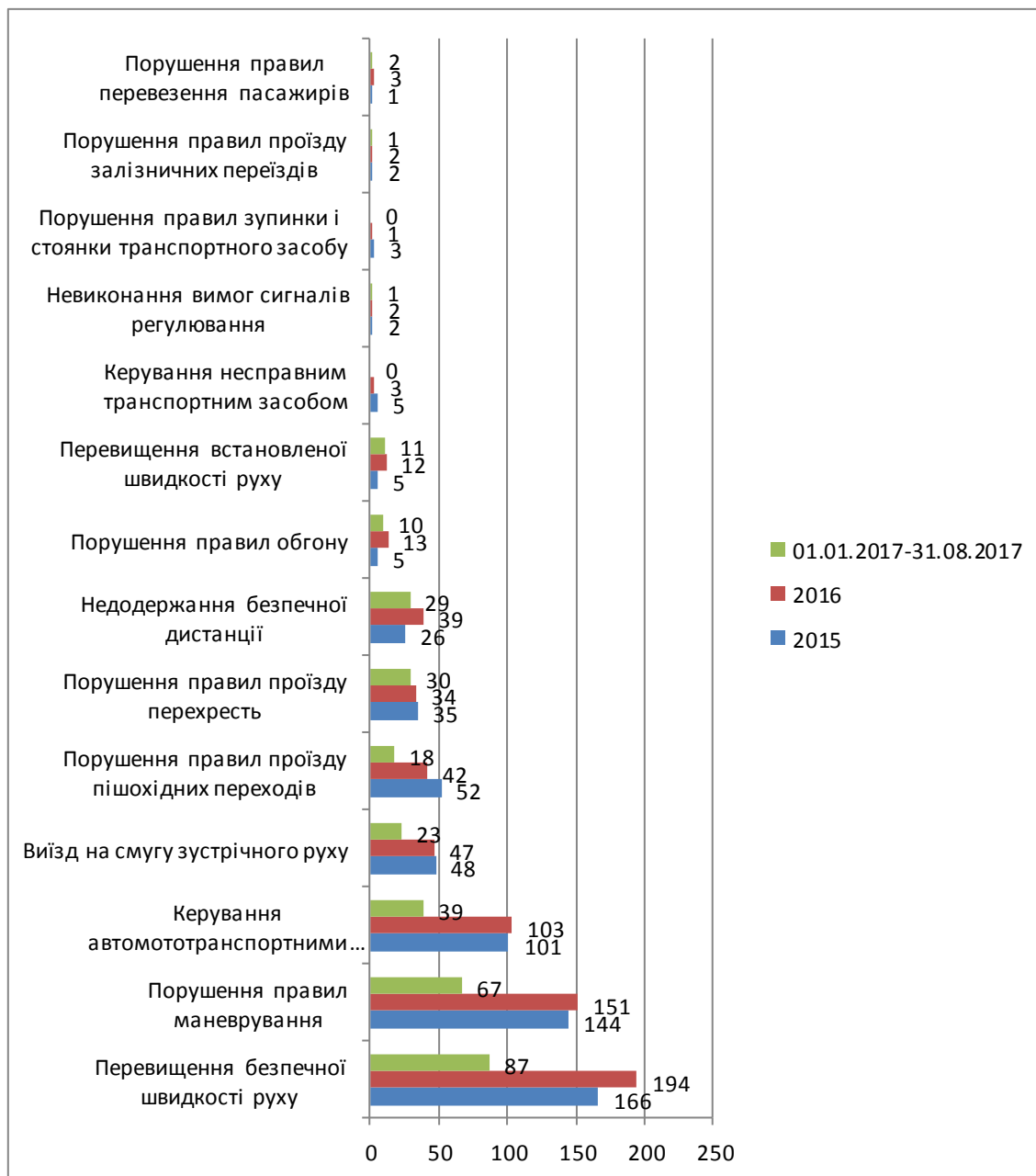


Протягом періоду з 01.01.2017 р. по 31.08.2017 р. на території Вінницької області зареєстровано 1970 дорожньо-транспортних пригоди, з яких 571 з постраждалими, у результаті яких 721 чоловік травмовані та 85 чоловік загинуло.



Прояви дорожньо-транспортних пригод та їхніх наслідків стосуються кожного учасника дорожнього руху, адже їхнє виникнення безпосередньо

залежить від дотримання ПДР. Переважна більшість автопригод фіксується завдяки порушенню правил дорожнього руху його учасниками, а саме водіями автотранспортних засобів. Наступна інтерактивна діаграма розкриває частку основних причин ДТП з постраждалими.



Висновок

За результатами аналізу статистики Управління безпеки дорожнього руху, більше всього дорожньо-транспортних пригод з потерпілими трапляється у наслідок:

- перевищення швидкості;
- порушення правил маневрування;
- керування автотранспортними засобами в невідповідному стані;
- порушення правил проїзду перехресть;

- порушення правил проїзду пішохідних переходів;
- виїзд на зустрічну смугу руху;
- недодержання безпечної дистанції.

Саме ці порушення найбільшим чином впливають на травмування та загибель людей у наслідок дорожньо-транспортних пригод.

Використані джерела:

1. <http://www.sai.gov.ua/ua/ua/static/21.htm> (вільний доступ 08.06.2018 р.)

Пашковский Евгений Андреевич, судебный эксперт, Одесского НИЕКЦ
Сальников Владимир Владимирович, судебный эксперт, Одесского НИЕКЦ

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ

Как показывают теоретические и экспериментальные исследования, проводимые специалистами не только на заводах-изготовителях автомобилей, но и в высших учебных заведениях автомобильного транспорта, тормозная эффективность современных как легковых, так и в определенной степени грузовых автомобилей выше, чем у автомобилей с устаревшей конструкцией тормозных систем.

Несмотря на это при анализе ДТП из-за отсутствия данных об эффективности торможения по каждой марке выпускаемых легковых автомобилей вынуждены использовать устаревшие статистические данные, по оценке эффективности автомобилей.

Современные антиблокировочные системы ABS положили начало появлению других электронных систем в тормозной системе. Стало общепринятым называть такие системы EBM (Electronic Brake Management) — электронное управление тормозами. Иногда применяется другой термин DBC (Dynamic Brake Control) — динамический контроль торможения. Любая система АБС начинает работать после того, как заблокируется хотя бы одно из колес. При движении автомобиля происходит изменение вертикальных нагрузок, приходящихся на отдельные колеса. Чем больше нагрузка, тем большее тормозное усилие может развить тормозящее колесо. Если учитывать перераспределение вертикальных нагрузок, то можно существенно повысить как эффективность торможения, так и устойчивость автомобиля при торможении. Для этого автомобиль должен иметь надежные датчики, определяющие распределение вертикальных нагрузок по осям и бортам автомобиля, компьютер и соответствующее программное обеспечение. В качестве исполнительного устройства могут использоваться уже существующие сегодня модуляторы ABS. Другим направлением совершенствования тормозной системы является применение

систем ЕВА (Electronic Brake Assist) — Электронная система помощи торможению. Система ЕВА впервые была представлена на автомобилях Mercedes, а позже появилась и на автомобилях других фирм. Эта система обеспечивает максимально возможную эффективность при экстренном торможении. Для вступления ее в действие компьютер определяет начало торможения в аварийном режиме, а для этого он должен проанализировать целый ряд факторов.

При расследовании дорожно-транспортных происшествий (ДТП) большое влияние на объективность выводов оказывает точность определения параметров торможения, таких как скорость автомобиля в момент возникновения опасности для движения, замедление автомобиля в условиях ДТП, время запаздывания срабатывания тормозного привода, время нарастания замедления в условиях ДТП, время реакции водителя.

Параметры торможения влияют на длину остановочного пути автомобиля.

Показателем эффективности торможения может быть величина тормозного пути или величина максимального замедления.

Одним из основных критериев оценки эффективности рабочей тормозной системы является установившееся замедление.

Теоретически величину замедления легковой автомобиля можно вычислить путем решения уравнения баланса сил, действующих на тормозящий легковой автомобиль в установившейся фазе торможения.

В существующей практике для упрощения расчетов не учитывается сила сопротивления воздуха. Считается, что это не вносит существенной ошибки в расчет величины замедления.

Кроме того, при экстренном торможении автомобиля, не оборудованного антиблокировочной системой тормозов, колеса блокируются, либо находятся на грани блокирования. Это позволяет при выше перечисленных условиях пренебречь в расчетах инерцией вращающихся деталей автомобиля

Теоретически установившееся замедление (j) автомобиля на ровном участке определяют по формуле:

$$j = \varphi \times g, \text{ м/с}^2$$

где: φ – коэффициент сцепления колес с дорогой;

g – ускорение силы тяжести, м/с^2 .

Замедление при торможении в основном зависит от величины коэффициента сцепления шин с дорогой, следовательно, эффективность торможения зависит от массы автомобиля, типа и состояния дорожного покрытия.

Значение коэффициента сцепления (φ) зависит не только от качества дорожного покрытия, но и от нагрузки на данное колесо, конструкции и качества самой шины, степени ее износа, а также температуры в пятне контакта шины с дорогой. При увеличении нагрузки на колесо величина

в конкретных дорожных условиях также возрастает, т.к. в этом случае увеличивается площадь контакта шины с опорной поверхностью, что приводит к увеличению количества микронеровностей дороги, покрываемых шиной, а большая деформация шины усиливает ее взаимодействие с микронеровностями.

В настоящее время отсутствуют рекомендации по выбору или расчету величины замедления автомобиля, оборудованного современной системой тормозов и во время проведения необходимых расчетов, используют табличные величины значений замедлений для транспортных средств, который приведен в Информационном сборнике «Результаты систематизации экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств» Выпуск 3, Москва 1990 [1]. Этот недостаток вызывает в экспертных расчетах дополнительную погрешность.

Поэтому возникает вопрос относительно правильности выбора величины замедления по установленным среднестатистическим данным современного автомобиля, оборудованного современной антиблокировочной системой тормозов.

Как показывают исследования специалистов Харьковского национального автомобильно-дорожного института. В качестве исследования современных автомобилей с установленной системой антиблокировочные системы три легковых автомобиля марок «MITSUBISHI Lancer 2008 года изготовления, MITSUBISHI Pajero и Ford Mondeo 2006 года изготовления» при помощи измерительных приборов «Ефект» и «AMX 520 фирмы AUTOMEX. Тормозные испытания проводились по следующему алгоритму. При торможении использовались одновременно два измерительных прибора, автомобили разгонялись до скорости 40 км/час после чего, совершалось экстренное торможение. Результаты исследования выше указанных автомобилей приведены в табличных значениях [2]:

Результати випробування автомобіля Mitsubishi Lancer

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмовий шлях (вимірюваний), м	8,9	—	14,7	13,6	11,9
Гальмовий шлях (розрахований), м	14,9	—	20,6	18	17,05
Усталене сповільнення за прибором «Ефект», м/с ²	7,88	—	7,62	7,75	7,75
Час спрацювання гальмової системи, с	0,22	—	0,6	0,45	0,37
Сила на педалі гальм, Н	320	—	250	360	267,5
Швидкість автомобіля, км/год	38,6	—	46,5	43	41,63
Усталене сповільнення за прибором AMX 520, м/с ²	7,41	—	7,94	—	7,67

Таблиця 2.15

Результати випробування автомобіля Ford Mondeo

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмовий шлях (вимірюваний), м	10,8	9,8	10,2	11,5	10,57
Гальмовий шлях (розрахований), м	17,6	17,6	16,8	19,2	17,8
Усталене сповільнення за прибором «Ефект», м/с ²	7,69	7,75	8,65	9,8	8,47
Час спрацювання гальмової системи, с	0,15	0,15	0,30	0,37	0,24
Сила на педалі гальм, Н	660	850	370	590	—
Швидкість автомобіля, км/год	42,5	42,5	41,4	44,6	—
Усталене сповільнення за прибором AMX 520, м/с ²	7,44	7,84	—	8,97	8,08

Таблиця 2.16

Результати випробування автомобіля Mitsubishi Pajero Vagon

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмовий шлях (вимірюваний), м	—	—	—	—	—
Гальмовий шлях (розрахований), м	—	—	—	—	—
Усталене сповільнення за прибором «Ефект», м/с ²	8,2	—	8,97	8,97	8,71
Час спрацювання гальмової системи, с	—	—	—	—	—
Сила на педалі гальм, Н	720	—	500	512	577,4
Швидкість автомобіля, км/год	40,5	—	42,0	41,7	41,4
Усталене сповільнення за прибором AMX 520, м/с ²	8,61	—	—	9,1	8,8

Кроме этого, так же следует обратить внимание, что проведенными экспериментами установлено, что установившееся замедление легковых автомобилей, оборудованных ABS тормозов, на 9-18% превышает табличные статистические данные, рекомендуемые для использования в автотехнической экспертизе.

При отсутствии экспериментальных данных коэффициент сцепления шин с дорогой выбирают в зависимости от состояния опорной поверхности в пределах $\phi = 0,1...0,8$.

При экстренном торможении происходит перераспределение нагрузки между передними и задними колесами (насколько возрастет нагрузка на передние колеса, настолько уменьшится нагрузка на задние колеса), то это приводит к тому, что коэффициент сцепления передних и задних колес различен.

Установившееся замедление автомобиля является основным параметром экспертного расчета тормозной эффективности автомобиля. Поэтому выводы во многом будут зависеть от правильности и достоверности установленной величины замедления.

Современные автомобили, эксплуатируемые в Украине, способны развивать максимальную скорость в пределах 130...240 км/ч. При этом максимально разрешенная скорость может составлять 130 км/ч. Поэтому не исключено, что исследуемое ДТП может происходить в диапазоне скоростей 130...240 км/ч. В таком случае тормозная эффективность автомобиля возрастает с $7,6 \text{ м/с}^2$ до $8...9,5 \text{ м/с}^2$, т.е. на 2,5... 18%. Этот факт в экспертном исследовании ДТП также не учитывается.

Вывод

Тормозная эффективность легкового автомобиля, оборудованного современной системой тормозов, выше на 9-18 % по сравнению со статистическими данными, которые рекомендуется использовать для экспертного расчета при проведении автотехнической экспертизы в Украине.

Рекомендации по выбору среднестатистических данных установившегося замедления, используемые в экспертной практике, которые были полученных при испытаниях устаревших конструкций легковых автомобилей советского производства, в настоящее время требуют дополнения и дальнейшего методического развития с учетом совершенствования тормозных систем автомобиля.

Учитывая, что в настоящее время скорость автомобилей находится в диапазоне скоростей 130...240 км/ч, тормозная эффективность автомобиля теоретически возрастает на 2,5... 18%. Этот факт требует дальнейшей экспериментальной проверки, поскольку не исключено, что исследуемые ДТП могут происходить в указанном диапазоне скоростей.

С целью получения более точных статистических данных величины замедления легковых автомобилей, оборудованных современной системой тормозов, необходимо проведение дальнейших экспериментов с целью формирования базы данных значений замедлений ТС, полученных в реальных, близким именно к тем дорожным условиям, в которых произошли события ДТП и научных исследований с использованием методов математической статистики.

Литература

1. «Результаты систематизации экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств» Выпуск 3, Москва 1990.
2. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП. Під редакцією А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сараєв, С.В. Данець. Харків. 2013.

Птиця Геннадій Григорович, к.т.н., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, gennadij.ptitsa@gmail.com

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ ПЕРЕХРЕСТЯ В ОДНОМУ РІВНІ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Ріст автомобільного парку веде до збільшення інтенсивності руху, що в умовах міст з історично сформованою забудовою призводить до виникнення транспортної проблеми та збільшення дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Стан безпеки дорожнього руху (ДР) та наслідки ДТП в Україні досягають найгірших показників в Європі. З усіх ДТП, що відбуваються на вулицях і дорогах України, близько 70% трапляються на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міст, з них 75% ДТП трапляються на перехрестях в одному рівні. Згідно статистичних даних, кількість ДТП на перехрестях в одному рівні складає близько 53% загальної кількості ДТП. Отже, перехрестя повинне забезпечити безпечний та комфортний рух користувачів доріг, що висуває додаткові вимоги до оцінки ефективності організації ДР. В зв'язку з цим, вибір типу організаційно-планувального рішення (ОПР) перехрестя в одному рівні є актуальною проблемою.

За способом регулювання руху перехрестя в одному рівні поділяються на нерегульовані, регульовані і кільцеві (ДБН В.2.3-5). Особливої уваги, серед зазначених розв'язок, заслуговують перехрестя в одному рівні з рухом по колу. Кільцевий рух є окремим випадком одностороннього руху і розвитком принципу скорочення кількості і ступеня небезпеки конфліктних точок. Даний метод застосовується в вузлах автомобільних доріг і особливо на площах зі складною конфігурацією і примиканням багатьох вулиць. Аналіз досліджень, проведених в Західній Європі [1] показав, що при заміні звичайних перехресть

на кільцеві, кількість ДТП знижується. Застосування кільцевого руху, в порівнянні з іншими рішеннями, підвищує безпеку руху внаслідок особливостей організації руху, що полягають у: відсутності конфліктних точок перетину; зниженні швидкості в порівнянні з прямолінійними ділянками; скороченні кількості зупинок, і внаслідок, скороченні затримок транспортних засобів; безперервності транспортного потоку; відсутності витрат на введення світлофорного регулювання.

Однак, для обґрунтованого застосування того чи іншого ОНР перехрестя необхідно оцінювати ефективність його роботи. Оскільки ОНР відноситься до складних техніко-соціальних процесів, що складається з безлічі взаємодіючих між собою елементів, то натурні експерименти проводити не має можливості. Для оцінки якості організації ОНР при різних ОНР перехрестя, найбільш доцільним є імітаційне моделювання. Впровадження імітаційного комп'ютерного моделювання транспортних і пішохідних потоків застосовується в багатьох країнах світу. У більшості країн Європейського союзу жодне проектне або організаційне рішення, яке стосується втручання в роботу транспортної системи, неможливо без попередньої оцінки його наслідків. Кафедра Організації та безпеки дорожнього руху ХНАДУ активно застосовує в навчальному та практичному напрямках один з найбільш затребуваних програмних продуктів імітаційного моделювання руху транспортних і пішохідних потоків – PTV VISSIM. PTV VISSIM реалізує принципи імітаційного моделювання на мікрорівні. Це означає, що в процесі імітації безперервно моделюється рух кожного автомобіля в межах дорожньої мережі з урахуванням поведінкових моделей (моделі проходження, зміни смуги тощо).

Як об'єкт дослідження обрано перехрестя в одному рівні, на якому можлива реалізація різних ОНР. При цьому визначено параметри світлофорного регулювання за методом Вебстера [2] (тривалість циклу – 53 с; тривалість першої фази – 23 с; тривалість другої фази – 21 с; тривалість проміжних тактів – 3 с.) та схему пофазного роз'їзду для варіанту регульованого руху, де в першій фазі здійснюють рух транспортні потоки по вул. Європейська, а в другій фазі - по вул. Суходольська.

Для організації ОНР на транспортному вузлі кільцевого типу визначені мінімально допустимі параметри організації кільцевого перетинання, до яких відносяться основні елементи кільцевої розв'язки: відокремлений правий поворот; зовнішній діаметр кільцевої розв'язки; діаметр центрального острівця; ширина кільцевої проїжджої частини; геометрія напрямних острівців; ширина відокремленого правого повороту.

За планом побудови моделі перехрестя в PTV VISSIM створено топологічні і комп'ютерні моделі перехрестя при різних ОНР (рис. 1).

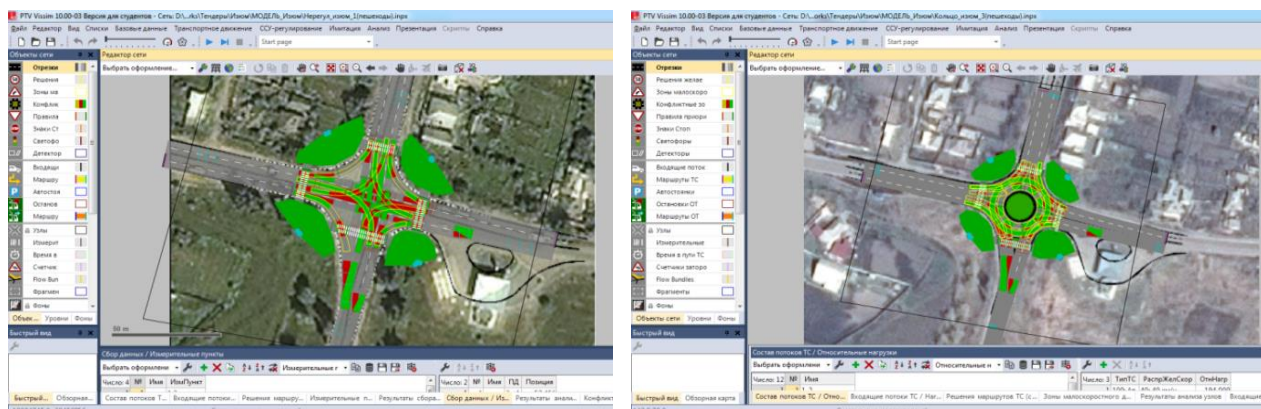


Рисунок 1 – Моделі перехрестя в PTV VISSIM при різних ОПР

Результатом роботи імітаційної моделі ДР на перехресті вулиць Суходольська та Європейська є визначення показників ефективності руху при різних ОПР перехрестя та при різних режимах регулювання рухом. При цьому, оцінка ОПР перехрестя проведена за основними показниками ефективності дорожнього руху, що представлені в PTV VISSIM: часові затримки руху; емісія CO; емісія NOx; емісія ЛОС; витрати палива (табл. 1). За наведеними показниками, найефективнішим виявилось перехрестя кільцевого типу.

Однак, імітаційне моделювання в PTV VISSIM не враховує складову безпеки руху. Тому додатково проведено порівняння ОПР за показниками складності та аварійності за відомою [3] методикою (рис. 2).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз показників ефективності дорожнього руху на перехресті при різних організаційно-планувальних рішеннях

Тип перетинання	Часові затримки ТЗ, с за рік	Емісія CO, г за рік	Емісія NOx, г за рік	Емісія ЛОС, г за рік	Витрати палива, л за рік
Нерегульоване	679200	1448070	281745	335595	78414,8
Регульоване	1490700	2061105	400995	477690	111575
Кільцеве	616650	1389615	270360	322035	75291,84

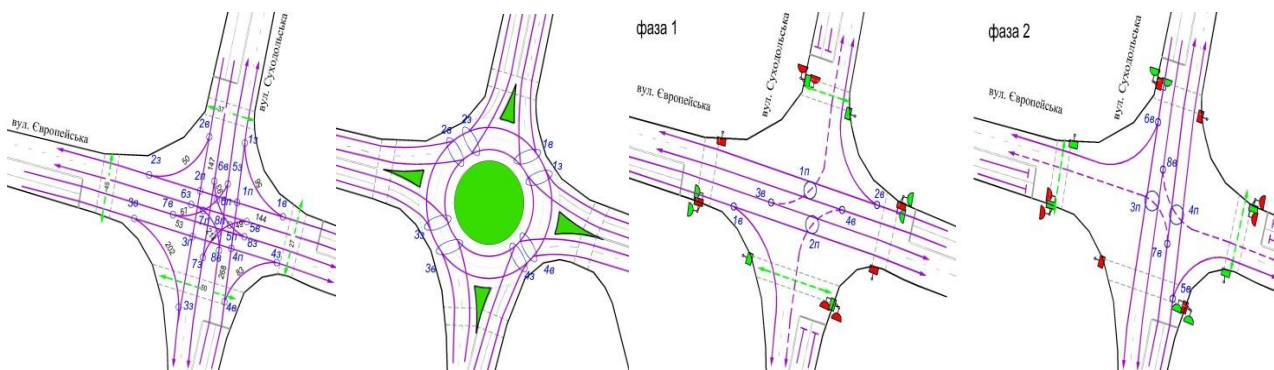


Рисунок 2 – Схема конфліктних точок на перехресті при різних ОПР

За показником складності найефективнішим є регульоване перехрестя (77), а найскладнішим є нерегульоване (202). За показником відносної аварійності для всіх розглянутих типів перехрестя були отримані однакові характеристики: регульоване – 4,23; нерегульоване – 3,96; кільцеве – 4,65.

Таким чином, отримані дані порівняльного аналізу проектування трьох типів ОНР перехрестя вулиць Суходольська та Європейська м. Ізюм, дозволяють стверджувати, що за критеріями ефективності дорожнього руху перехрестя кільцевого типу має перевагу у відношенні до регульованого, але має також обмеження за умовами видимості та складу транспортного потоку. Беручи до уваги світовий досвід застосування перехресть кільцевого типу та результати моделювання реального об'єкту на ВДМ м. Ізюм, організація кільцевого руху на обраному та аналогічних перехрестях дозволить підвищити ефективність дорожнього руху в місті.

Література

1 Roundabouts. Improving road safety and increasing capacity // TR News. – 1997. – № 191. – С. 13 – 15, 27.

2 Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. - 279

3 Коноплянко В.И. Организация и безопасность движения: Учеб. Для вузов/В.И. Коноплянко. – М.: Высш. шк., 2007. – 383 с.

Савчук Андрій Дмитрович, судовий експерт Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В ЕКСПЕРТНІЙ ПРАКТИЦІ

На спеціальному автодромі м. Харкова були проведенні випробування на автомобілі експертної служби МВС (рис. 1). Це ТЗ марки FordTransit, який обладнаний АБС.



Рисунок 1 - Проведення гальмівних випробувань на автомобілі експертної служби МВС

Вимірювання проводилися приладом «Ефект». Гальмування проводилося зі швидкості 40 км/год на рівному сухому асфальтобетонному покритті, по чотири гальмування у кожен сторону.

Таблиця 1 - Результати гальмівних випробувань на автомобілі.

З повною масою на швидкості близько до 40 км/год.					
Назва параметру	Випробування				Середнє значення
	1	2	3	4	
Гальмівний шлях, м.	15.6	14.1	12.0	11.1	13.2
Усталене сповільнення «Ефект», м/с ² .	7.94	7.3	7.37	8.07	7.67
Час спрацювання гальм, с.	0.52	0.37	0.37	0.3	0.30
Сила на педаль гальма, Н.	67	47	46	51	52.75
Швидкість автомобіля, км/год.	47.1	44.5	42.4	44.3	44.57
У спорядженому стані на швидкості близько до 40 км/год.					
Назва параметру	Випробування				Середнє значення
	1	2	3	4	
Гальмівний шлях, м.	10.5	10.1	8.2	7.6	9.1
Усталене сповільнення «Ефект», м/с ² .	8.26	8.07	8.07	7.69	8.02
Час спрацювання гальм, с.	0.3	0.3	0.15	0.15	0.22
Сила на педаль гальма, Н.	36	34	38	69	44.25
Швидкість автомобіля, км/год.	41.4	39.9	39.3	37.1	39,42

Виходячи із таблиці 1 вказані параметри при гальмівних випробуваннях автомобіля обладнаного системою «ABS» значно відрізняються від даних, які вказані в методичних рекомендаціях, що експерт приймає при розрахунках усталеного сповільнення автомобіля при гальмуванні – це 5,6 м/с² або 6,9-7,5 м/с² для категорії N_1 та категорії M_1 .

ВИСНОВОК

Результати експериментального виміру величини усталеного сповільнення автомобіля, обладнаного системою «ABS», показали наступне. На сухому асфальтобетонному покритті, усталене сповільнення такого автомобіля значно більше ніж вказано у методичних рекомендаціях для експертних розрахунків дослідження ДТП.

Слотвинський Микола Сергійович, судовий експерт Волинського НДКЦ
Семенюк Віктор Володимирович, судовий експерт Волинського НДЕКЦ

АНАЛІЗ ОПЕРАТИВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПО ДТП В ЛУЦЬКУ

За останніми даними від січня по червень 2018 року в місті Луцьку Волинської області громадяни спричинили 132 ДТП. В яких на початку року 1 особа загинула. Загалом травмувалось 63 людини, - інформація патрульної поліції м. Луцька. В загальному на території патрульної поліції м. Луцька зареєстровано 126 ДТП. З даних 2017 року було зареєстровано 1035 ДТП, з яких 17 осіб загинуло, травмувалося 255 людей, в тому числі 334 людини отримали тілесні ушкодження. Найпоширеніші причини загибелі осіб – зіткнення, наїзд на пішохода, перевищення безпечної швидкості, порушення правил маневрування, та порушень правил дорожнього руху. Якщо взяти до уваги останні півтора року, як кажуть, цифри говорять самі за себе. Відтак за 2017 рік в Луцьку сталося 1035 дорожньо-транспортних пригод. За п'ять місяців 2018 року їх кількість є невелика, що можна сказати не є критичною і веде до зменшення аварійності на дорогах.

Звісно ж, автопригода, внаслідок якої в автомобілі розбилась фара, чи зігнувся бампер, також враховується у цій статистиці. Однак найважливіша втрата в ДТП – це здоров'я та навіть більше життя лучан. Винуватцями дорожньо – транспортних пригод не завжди є водії, а й пішоходи. Однак, не дивлячись на всі соціальні реклами з гаслами «Не сідай п'яним за кермо!» і ледь не щоденні новини про смертельні ДТП на дорогах все ж вистачає таких «героїв», яким після чарки дуже хочеться «погасати» автомобілем по вулицям міста. Перевищення швидкості також є однією із найпоширеніших причин дорожньо-транспортних пригод. За метушню і постійним браком часу водії не задумуються над тим, що інколи бажання зекономити декілька хвилин в дорозі, надавивши педаль газу, може коштувати їм, або іншим учасникам дорожнього руху здоров'я і навіть життя.

Висновок

Аналізуючи ситуацію з ДТП в м. Луцьку бачимо що протягом 1,5 року їх кількість хоч і не критично та все ж зменшилась. Поряд з цим важкість ДТП збільшилась, оскільки кількість травмованих та загиблих осіб в дорожньо-транспортних пригодах суттєво підвищилась.

Соколов О.В., судовий експерт сектору АТД відділу АТД та КДТЗ
Дніпропетровського НДЕКЦ МВС України

АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПО ДОСЛІДЖЕННЮ ДТП

Постановка проблеми. Розвиток програмного забезпечення, а з ними і професійного експертного програмного забезпечення, призвів до впровадження

у повсякденну практику експерта нових комп'ютерних програм, у тому числі імпортованих, які використовують для моделювання та реконструкції місця аварії. У зв'язку з цим, виникла нагальна потреба в аналізі програмного забезпечення по дослідженню ДТП з метою забезпечення високого рівня об'єктивності висновків автотехнічних експертів під час розслідування ДТП та якості експертних досліджень.

Основні результати дослідження. Експертний аналіз ДТП встановлює науково обґрунтовану характеристику процесу ДТП у всіх його фазах, визначає об'єктивні причини ДТП і поведінку окремих його учасників. В результаті проведення експертного аналізу особи, які розслідують ДТП, отримують можливість відповісти на поставлені питання.

Для проведення експертного аналізу ДТП експерти використовують спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє реконструювати механізм події у всіх його фазах. Завдяки цим програмам можна визначати швидкість руху ТЗ перед зіткненням, а також науково обґрунтовувати координати самого місця зіткнення ТЗ (або місця наїзду на пішохода).

У галузі моделювання руху транспортних засобів найбільш поширеним програмним забезпеченням у світі є CARAT, PC-CRASH, Crash Zone, Quick Scene, CYBID V-SIM, AUTO-GRAF, CarSim, TruckSim, Virtual Crash та ін.

Аналіз застосування даного типу програмного забезпечення дозволив виділити наступні переваги перед традиційним експертним підходом: мінімізація людського фактору; скорочення часу на реконструкцію, що значно збільшує ефективність роботи експерта; використання окремих параметрів (ABS, ESP, жорсткість автомобілю та ін.), які не враховуються при ручному методі розрахунку реконструкції ДТП; підвищення точності розрахунків всіх параметрів за допомогою вбудованого оптимайзера, що видає результат з найменшою похибкою.

Німецька програма CARAT дозволяє моделювати необмежену кількість разів обставини ДТП, зокрема, рух транспортних засобів та інших об'єктів на всіх його стадіях з можливостями обчислення параметрів руху. Програма моделює механізм руху як одиночного, так і зіткнення з декількох транспортних засобів, враховуються різні дорожні умови, в тому числі зчеплення з покриттям, ухили поверхні, вітрове навантаження. Зручною опцією є визначення швидкостей руху транспортного засобу перед зіткненням. Рух об'єктів можливо розглядати у трьох режимах: кінематичному режимі руху; динамічному режимі руху; розрахунку зіткнень.

Австрійський програмний комплекс CRASH, призначений для моделювання ДТП, експертизи складних ситуацій на дорозі, симуляції деформації транспортних засобів, а також ймовірності отримання тілесних ушкоджень учасниками ДТП (пішоходів, водіїв, пасажирів). Програма PC-CRASH працює на основі декількох видів розрахунків, включаючи імпульсно-поштовхообразну модель аварії, модель удару на основі жорсткості, кінетичну модель для реалістичної імітації траєкторії руху і просту кінематичну модель для вивчення часу і параметрів дистанції. Результати моделювання ДТП можуть розглядатись

в масштабі та вертикальній проекції, у 3D-перспективі. Дані Міжнародної бази технічних параметрів транспортних засобів «Specs» використовуються в основі розрахунків програми PC-CRASH.

Програмним продуктом США є «Cad Zone», компонент «Crash Zone» відтворює події ДТП з можливістю збору даних із попередніх «схем», уточнення механізму подій, анімації руху автомобілів у 2D та 3D вигляді до моменту зіткнення та після нього.

Американська програма «Quick Scene» (спрощена версія програми «Crash Zone») швидко створює схеми місця ДТП і його механізму в цілому. Із особливостей: можливість креслення доріг та їх перетинань, візуальний контроль проведення вимірювань, виключення ймовірності утворення промахів на схемі.

CYBID V-SIM (Республіка Польща) - програма для аналізу динаміки руху автомобіля та реконструкції ДТП. V-SIM моделює рух як одиночних, так і багатоскладних автотransпортних засобів (автомобілів, причепів, напівпричепів) у різному дорожньому середовищі, з урахуванням законів динаміки руху. У 3D аналізується рух транспортних засобів та їх взаємодія з елементами навколишнього дорожнього середовища. Розширений графічний редактор дозволяє створювати дорожнє середовище, що відповідає місцю та часу ДТП. Крім того, є можливість аналізувати процеси та наслідки зіткнень механічних транспортних засобів між собою, з іншими учасниками руху або з оточуючими перешкодами.

Комп'ютерна програма «AUTO-GRAF» - це графічний редактор, що дозволяє будувати масштабні схеми ДТП і таким чином моделювати обставини місця пригоди.

Програми CarSim і TruckSim призначені для дослідження ходових якостей автомобілів. Із переваг: гнучкий інтерфейс користувача, інтеграція з Simulink, LabView, Opal-RT, dSPACE та ін. системами моделювання реального часу і симуляторами водіння.

Virtual CRASH використовує останні апаратні і програмні розробки, результати моделювання можливо масштабувати, що дозволяє поліпшити якість проведення криміналістичної експертизи щодо уточнення обставин і причин аварії, істотно підвищує достовірність висновків експерта.

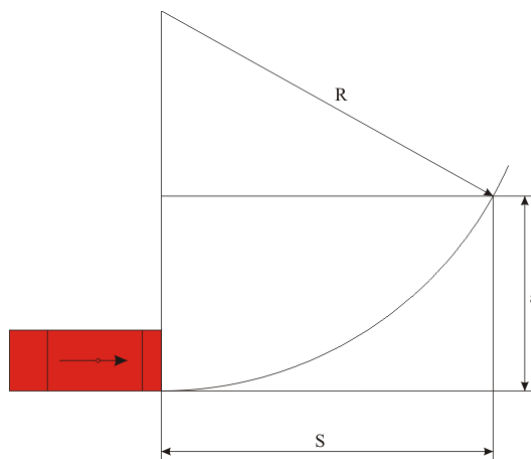
Висновки. Використання сучасного програмного забезпечення при дослідженні ДТП дозволяє істотно підвищити якість та ефективність проведення, а також зменшити час та мінімізувати можливість помилок арифметичного характеру. При цьому надається можливість візуалізації результатів проведеного дослідження, що дозволяє подати їх у більш доступній формі.

Старіков Євгеній Львович, старший експерт Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру Міністерства внутрішніх справ України

ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В теперішній час для дослідження маневрів транспортних засобів при проведенні автотехнічних експертиз за спеціальністю 10.1. «Дослідження обставин ДТП» рекомендовано три методики [2, 3, 4]. Кожна з цих методик заснована на певних припущеннях, внаслідок чого висновки при дослідженні однієї й тієї ж дорожньо-транспортної обстановки за різними методиками дослідження маневрів транспортних засобів можуть бути протилежними. Не зважаючи на ці відмінності, жодна з методик дослідження маневрів транспортних засобів не відміняє іншу та не спростовує її.

Для визначення найбільш точної методики дослідження маневрів транспортних засобів експертами Харківського НДЕКЦ МВС України та науковцями Харківського національного автомобільно-дорожнього університету були проведені багатофакторні експериментальні дослідження маневрів автомобілів категорії М1 різних моделей, на яких були встановлені різні шини. Після систематизації та обробки результатів ходових випробувань було встановлено, що жодна з методик дослідження маневрів транспортних засобів не дає об'єктивних результатів, які відповідали б дійсним параметрам маневрів автомобілів при ходових випробуваннях, результати розрахунків за усіма методиками занижували дійсні значення величини відхилення або зміщення смуги руху транспортних засобів [1]. При цьому найбільш наближеними до дійсних виявилися результати розрахунків за методикою М.М. Крісті від 1971 року, згідно з якою в процесі маневру зовнішня габаритна точка транспортного засобу рухається по дузі окружності, центр якої розташований на рівні передньої частини цього транспортного засобу (зображення 1).



Зображення 1. Рух зовнішньої габаритної точки транспортного засобу за методикою М.М. Крісті від 1971 року.

Як відомо, центр повороту транспортних засобів з абсолютно жорсткими шинами розташовується на рівні його задньої осі, в зв'язку з чим пропонується

дещо інші кінематична схема та математична модель розрахунку параметрів маневру транспортного засобу, яка заснована на наступних припущеннях:

- шини транспортного засобу є абсолютно жорсткими,
- в процесі маневру зовнішня габаритна точка транспортного засобу рухається по дузі окружності, центр якої розташований на рівні задньої осі цього транспортного засобу,
- керовані колеса транспортного засобу повертаються миттєво.

Граничний (мінімальний) радіус повороту центра мас транспортного засобу за умовами зчеплення коліс з дорогою визначається за формулою:

$$R_{um} = \frac{V_a^2}{127 * \varphi}, \quad (1)$$

де V_a – швидкість руху транспортного засобу, км/год;

φ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою при боковому ковзанні.

Радіус дуги окружності, по якій рухається зовнішня габаритна точка транспортного засобу, визначається відповідно до геометричних співвідношень (зображення 2) за формулою:

$$R_{вн} = \sqrt{\left(\sqrt{R_{um}^2 - b^2} + 0,5K\right)^2 + (L + C)^2}, \quad (2)$$

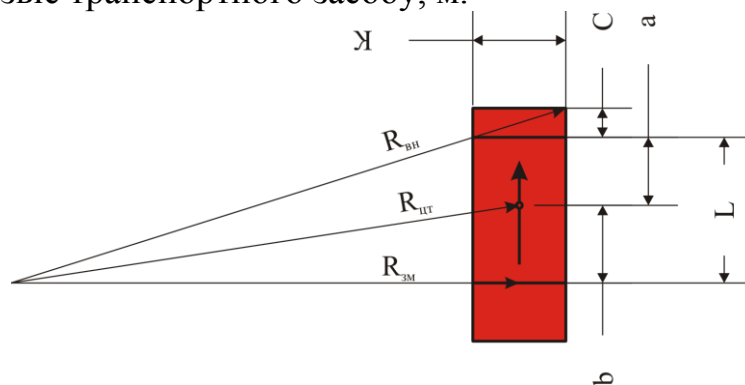
де R_{um} – граничний (мінімальний) радіус повороту центра мас транспортного засобу за умовами зчеплення коліс з дорогою, м;

b – відстань от центра мас транспортного засобу до його задньої осі, м,

K – колія транспортного засобу, м;

L – база транспортного засобу, м;

C – передній звіс транспортного засобу, м.



Зображення 2. Визначення радіусу дуги окружності, по якій рухається зовнішня габаритна точка транспортного засобу.

У загальному вигляді рівняння окружності має вигляд:

$$(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2 = R^2, \quad (3)$$

де X – абсциса точки окружності в певний момент часу;

X_0 – абсциса центра окружності;

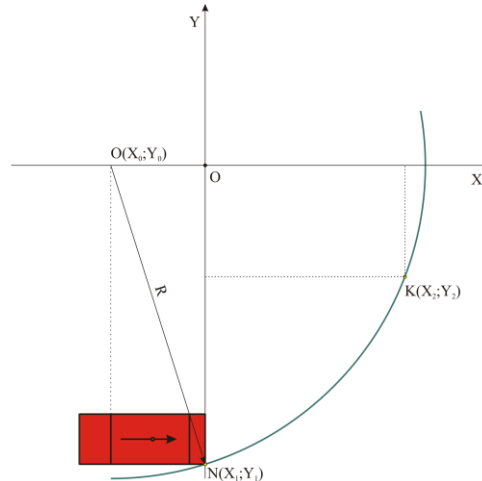
Y – ордината точки окружності в певний момент часу;

Y_0 – ордината центра окружності;

R – радіус окружності.

Таким чином, переміщення зовнішньої габаритної точки транспортного засобу з точки $N(X_1; Y_1)$ в точку $K(X_2; Y_2)$ при маневрі типу відхилення смуги руху може бути представлено системою рівнянь (зображення 3):

$$\begin{cases} (X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2 = R^2 \\ (X_2 - X_0)^2 + (Y_2 - Y_0)^2 = R^2 \end{cases} \quad (4)$$



Зображення 3. Переміщення зовнішньої габаритної точки транспортного засобу з точки $N(X_1; Y_1)$ в точку $K(X_2; Y_2)$ в прямокутній системі координат при маневрі типу «відхилення смуги руху».

При вирішенні цієї системи рівнянь (4) було встановлено, що за умов, що вказані вище, величина поперечного відхилення смуги руху транспортного засобу може бути визначена за формулою:

$$Y = \sqrt{R_{um}^2 - b^2} - 0,5K - \sqrt{\left(\sqrt{R_{um}^2 - b^2} + 0,5K\right)^2 - X^2 - 2X(L + C)} \quad (5)$$

Результати розрахунків параметрів маневру транспортних засобів за цією формулою показали, що вони є на порядок точнішими за результати розрахунків, що отримані за методикою М.М. Крісті від 1971 року.

Література:

1. Криміналістичний вісник: наук.-практ. зб. / [Голов. Ред.. Коваленко В.В. та ін.] / ДНДЕКЦ МВС України; НАВС. – К.: ТОВ «Брайт Вайт», 2013. – № 2 (20). – 266 с: іл.
2. Кристи Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы. – М.: ЦНИИЛСЭ, 1971. – 123 с.
3. Расчет параметров маневра транспортных средств (Методическое письмо для экспертов). – М.: ВНИИСЭ, 1989. – 31 с.
4. Судебная автотехническая экспертиза. ч. 2. под ред. Илларионова В.А. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – 485 с.

Сторож Олександр Олександрович, судовий експерт сектору криміналістичного дослідження транспортних засобів і документів що їх супроводжують відділу авто технічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів Хмельницького НДЕКЦ МВС України

СТАТИСТИКА ДТП В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Майже щодня у стрічці новин з'являється інформація про моторошні дорожньо-транспортні пригоди, які забирають життя пересічних українців.

Загалом кількість дорожньо-транспортних пригод в Україні у першій половині 2018 року знизилася на 8,5% в порівнянні з аналогічним періодом 2017-го – до 37,8 тисяч. Щоправда, кількість ДТП з постраждалими зменшилась на 14,8 відсотки – загалом у 2018 році майже кожна восьма аварія закінчувалась травмами або й фатально. Що цікаво: якщо за загальною кількістю ДТП очікувано "лідире" Київ, за кількість ДТП з постраждалими попереду також Київ – загалом за перший квартал кожна 22 аварія закінчується для когось із учасників руху візитом до лікарні. Статистика ДТП у 2018 році, як і у минулому році, головною причиною ДТП з постраждалими є перевищення швидкісного режиму (2155 випадків), щоправда, кількість таких випадків скоротилась на 9,5%. Натомість на 20% та 16% відповідно зросла кількість "травматичних" аварій, спричинених порушенням правил маневрування та порушень правил проїзду перехресть.

До слова, у першому кварталі 2018 на 48,5% скоротилась кількість ДТП із постраждалими, скоєних у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння – 528 випадків. Кількість ДТП з постраждалими "через чарку" зменшилась на 56% "Лідерство" серед автомобільних доріг України за кількістю ДТП з постраждалими продовжує утримувати траса М-06 Київ - Чоп – за півроку тут сталось 345 таких дорожньо-транспортних пригод. Обережними також варто бути на трасах Київ - Одеса, Київ - Ковель - Ягодин, Київ - Харків - Довжанський.

1. Дорожньо-транспортні пригоди (за звітний період) за період з 01.01.2018 по 31.03.2018												
Регион	Усього ДТП			ДТП з постраждалими			загибли			травмовано		
	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%
АР Крим	0	0		0	0		0	0		0	0	
Вінницька	749	669	-10,7	183	132	-27,9	25	26	4,0	225	195	-13,3
Волинська	753	600	-20,3	144	137	-4,9	14	23	64,3	196	170	-13,3
Дніпропетровська	2732	2418	-11,5	397	358	-9,8	36	34	-5,6	479	439	-8,4
Донецька	799	792	-0,9	179	157	-12,3	20	23	15,0	247	219	-11,3
Житомирська	973	860	-11,6	209	165	-21,1	24	19	-20,8	259	203	-21,6
Закарпатська	649	555	-14,5	101	106	5,0	19	21	10,5	138	135	-2,2
Запорізька	1322	1202	-9,1	221	198	-10,4	25	19	-24,0	292	265	-9,2
Івано-Франківська	621	624	0,5	129	125	-3,1	25	24	-4,0	172	148	-14,0
Київська	2642	2663	0,8	253	277	9,5	42	43	2,4	316	393	24,4
Київ	10505	9076	-13,6	475	407	-14,3	25	27	8,0	574	506	-11,8
Кіровоградська	392	314	-19,9	100	54	-46,0	8	5	-37,5	119	63	-47,1
Луганська	189	209	10,6	55	38	-30,9	5	4	-20,0	93	43	-53,8
Львівська	2605	2467	-5,3	440	366	-16,8	55	47	-14,5	568	481	-15,0
Миколаївська	847	848	0,1	176	186	5,7	11	25	127,3	218	247	13,3
Одеська	3049	2902	-4,8	454	324	-28,6	46	41	-10,9	533	407	-23,6
Полтавська	1008	855	-15,2	193	148	-23,3	22	20	-9,1	262	174	-33,6
Рівненська	540	491	-9,1	127	92	-27,6	15	14	-6,7	167	122	-26,9
Сумська	432	391	-9,5	88	76	-13,6	9	5	-44,4	120	97	-19,2
Тернопільська	462	486	5,2	97	87	-10,3	10	14	40,0	141	111	-21,3
Харківська	3027	2877	-5,0	302	225	-25,5	31	10	-67,7	391	276	-29,4
Херсонська	735	673	-8,4	127	121	-4,7	20	13	-35,0	159	168	5,7
Хмельницька	711	719	1,1	136	144	5,9	16	16	0,0	172	204	18,6
Черкаська	876	857	-2,2	171	115	-32,7	19	26	36,8	221	141	-36,2
Чернігівська	639	511	-20,0	108	103	-4,6	17	17	0,0	134	161	20,1
Чернівецька	580	547	-5,7	69	66	-4,3	16	13	-18,8	86	79	-8,1
Севастополь	0	0		0	0		0	0		0	0	
ЗАГАЛОМ	37837	34605	-8,5	4936	4207	-14,8	555	529	-4,7	6280	5445	-13,3
ЗА ДОБУ	420	385	-8,5	55	47	-14,8	6	6	-4,7	70	61	-13,3

Рисунок 1- статистика ДТП по Україні за перший квартал 2018 року

В порівнянні зі статистикою усіх областей України, Хмельницька область на 17 місці по загальній кількості ДТП, та на 9 місці по кількості постраждалих.

Сухі цифри говорять: лише у першому півріччі 2018 року на дорогах Хмельницького загинуло 16 осіб. Про це свідчать дані Управління безпеки дорожнього руху Національної поліції України, повідомляє. Загалом кількість дорожньо-транспортних пригод в Хмельницькій області у першій половині 2018 року зросла на 1,0% в порівнянні з аналогічним періодом 2017-го – до 718 чоловік. Також кількість ДТП з постраждалими збільшилася на 5,9 відсотків. В середньому кожна п'ята аварія по Хмельниччині – з потерпілими. Найчастіше вони трапляються через порушення правил обгону або перевищенням швидкості (таблиця 1).

Статистика ДТП у місті Хмельницькому з 01.01.2018 по 31.03.2018:

Таблиця 1

Хмельницький	Усього ДТП		ДТП з постраждалими					
	Минулий період	Поточний період	усього		загинуло		травмовано	
			м.п.	п.п.	м.п.	п.п.	м.п.	п.п.
	711	718	136	144	16	16	172	204

Як і у минулому році, головною причиною ДТП з постраждалими є перевищення швидкісного режиму, щоправда, кількість таких випадків скоротилась на 0,5%. Натомість на 1,0% та 1,3% відповідно зросла кількість "травматичних" аварій, спричинених порушенням правил маневрування та порушень правил проїзду перехресть. До слова, у першому півріччі 2018 на 1,2% зменшилася кількість ДТП із постраждалими, скоєних у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння – 20 випадків.

ВИСНОВКИ

Згідно обробленої інформації та даних можна прийти до висновку, що рівень ДТП у Хмельницькій області в порівнянні з 2017 роком збільшився на 1,0%. Щоб зменшити аварійність потрібно застосовувати новітні методи та засоби із запобігання ДТП, неухильно дотримуватися Правил дорожнього руху України, працівникам Патрульної поліції слід більше проводити заходи, щодо безпеки дорожнього руху, особливо з «молодими» водіями та водіями похилого віку.

Література

1. Сайт інтернетресурсу: <http://medtransvp.com.ua/statistika-dtp-za-2018-rik/>

Тегза Ярослав Ярославович, судовий експерт, Закарпатський НДЕКЦ МВС України.

СТАТИСТИКА ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ

У Закарпатській області за період з 01.01.2017 року по 31.12.2017 року відбулось 2874 ДТП, що на 10,2% більше, ніж за аналогічний період попереднього року (2609 ДТП). З них ДТП з постраждалими: з 01.01.2017 року по 31.12.2017 року 633 пригоди, що на 9,3% більше, ніж за аналогічний період попереднього року (579 пригод). При цьому в ДТП загинуло 84 особи, що на 14,3% менше ніж за аналогічний період попереднього року (98 осіб). Травмовано в ДТП 812 осіб, що на 11,2% більше, ніж за аналогічний період попереднього року (730 пригод).

1. Дорожньо-транспортні пригоди (за звітний період) за період з 01.01.2017 по 31.12.2017												
Регіон	Усього ДТП			ДТП з постраждалими								
	м.п.	п.п.	%	усього			загинуло			травмовано		
	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%
АР Крим	0	0		0	0		0	0		0	0	
Вінницька	3238	3223	-0,5	1038	928	-10,6	182	145	-20,3	1241	1167	-6,0
Волинська	2970	3132	5,5	915	798	-12,8	134	111	-17,2	1141	1057	-7,4
Дніпропетровська	11496	11203	-2,5	2494	2198	-11,9	242	192	-20,7	3130	2791	-10,8
Донецька	3267	3534	8,2	964	951	-1,3	103	90	-12,6	1249	1220	-2,3
Житомирська	3869	4158	7,5	988	1153	16,7	183	197	7,7	1228	1437	17,0
Закарпатська	2609	2874	10,2	579	633	9,3	98	84	-14,3	730	812	11,2
Запорізька	5859	5923	1,1	1171	1210	3,3	163	138	-15,3	1513	1620	7,1
Івано-Франківська	2650	2935	10,8	639	768	20,2	105	122	16,2	779	1008	29,4
Київська	10186	11530	13,2	1337	1601	19,7	248	305	23,0	1734	1995	15,1
Київ	44013	42639	-3,1	2491	2556	2,6	119	180	51,3	2920	2965	1,5
Кіровоградська	1807	1612	-10,8	511	450	-11,9	71	53	-25,4	623	512	-17,8
Луганська	916	839	-8,4	340	321	-5,6	33	29	-12,1	466	472	1,3
Львівська	10317	11576	12,2	2070	2405	16,2	260	319	22,7	2726	3262	19,7
Миколаївська	3621	3865	6,7	951	948	-0,3	137	111	-19,0	1181	1216	3,0
Одеська	13544	14609	7,9	2157	2255	4,5	215	260	20,9	2702	2790	3,3
Полтавська	4478	4083	-8,8	1071	948	-11,5	158	126	-20,3	1336	1245	-6,8
Рівненська	2514	2386	-5,1	853	692	-18,9	175	117	-33,1	1075	866	-19,4
Сумська	1939	1853	-4,4	598	595	-0,5	70	65	-7,1	717	769	7,3
Тернопільська	2049	2325	13,5	550	576	4,7	69	75	8,7	700	847	21,0
Харківська	11730	12029	2,5	1591	1470	-7,6	128	110	-14,1	2113	1912	-9,5
Херсонська	3489	3593	3,0	726	875	20,5	79	147	86,1	897	1074	19,7
Хмельницька	3020	3249	7,6	776	837	7,9	106	100	-5,7	982	1120	14,1
Черкаська	4097	4064	-0,8	893	1013	13,4	121	156	28,9	1170	1310	12,0
Чернігівська	2739	2728	-0,4	743	692	-6,9	137	132	-3,6	898	810	-9,8
Чернівецька	2359	2564	8,7	336	347	3,3	74	68	-8,1	362	400	10,5
Севастополь	0	0		0	0		0	0		0	0	
ЗАГАЛОМ	158776	162526	2,4	26782	27220	1,6	3410	3432	0,6	33613	34677	3,2
ЗА ДОБУ	434	445	2,6	73	75	1,9	9	9	0,9	92	95	3,4

За видами ДТП у Закарпатській області за період з 01.01.2017 року по 31.12.2017 року відбулось: 233 зіткнень транспортних засобів, що складає 36,8% від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного період минулого року на 18,3%; 44 перекидання транспортних засобів, що складає 7,0% від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного період минулого року на 51,7%; 8 наїздів на транспортні засоби що стоять, що складає 1,3% від загальної кількості ДТП, та менший за показник аналогічного період минулого року на 27,3%; 100 наїздів на перешкоду, що складає 15,8% від загальної кількості ДТП, та менший за показник аналогічного період минулого року на 7,4%; 180 наїздів на пішохода, що складає 28,3% від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного період минулого року на 2,3%; 58 наїздів на велосипедиста, що складає 9,2% від загальної кількості ДТП, та

перевищує показник аналогічного період минулого року на 9,4%; 10 випадків інших видів ДТП, що складає 1,6% від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного період минулого року на 100%;

4.1. Дорожно-транспортні пригоди з постраждалими по регіонах за видами за період з 01.01.2017 по 31.12.2017																					
Регіон	Зіткнення			Перекидання			Наїзд на ТЗ що стоїть			Наїзд на перехіднику			Наїзд на пішохода			Наїзд на велосипедиста			Інші види ДТП		
	кільк	% до м.п.	% від вськ	кільк	% до м.п.	% від вськ	кільк	% до м.п.	% від вськ	кільк	% до м.п.	% від вськ	кільк	% до м.п.	% від вськ	кільк	% до м.п.	% від вськ	кільк	% до м.п.	% від вськ
АР Крим																					
Вінницька	367	-2,1	39,5	62	-13,9	6,7	12	0,0	1,3	95	0,0	10,2	322	-15,7	34,7	54	-37,2	5,8	16	0,0	1,7
Волинська	291	2,1	36,5	74	-18,7	9,3	14	-17,6	1,8	71	-22,8	8,9	267	-13,0	33,5	66	-32,0	8,3	15	-42,3	1,9
Дніпропетровська	905	-4,4	41,2	102	-25,0	4,6	66	-18,5	3,0	204	-26,1	9,3	763	-13,3	34,7	113	-10,3	5,1	45	-6,3	2,0
Донецька	353	1,4	37,1	58	41,5	6,1	24	-4,0	2,5	117	-15,2	12,3	310	-5,5	32,6	65	12,1	6,8	24	-7,7	2,5
Житомирська	451	27,8	39,1	83	23,9	7,2	28	16,7	2,4	119	0,8	10,3	361	11,8	31,3	88	4,8	7,6	23	21,1	2,0
Закарпатська	233	18,3	36,8	44	51,7	7,0	8	-27,3	1,3	100	-7,4	15,8	180	2,3	28,4	58	9,4	9,2	10	100,0	1,6
Запорізька	474	4,4	39,2	67	-24,7	5,5	28	86,7	2,3	115	-8,7	9,5	451	13,0	37,3	59	-19,2	4,9	16	6,7	1,3
Івано-Франківська	283	31,0	36,8	36	12,5	4,7	14	250,0	1,8	75	11,9	9,8	283	9,3	36,8	68	13,3	8,9	9	800,0	1,2
Київська	671	16,9	41,9	81	28,6	5,1	41	28,1	2,6	206	18,4	12,9	487	22,1	30,4	107	17,6	6,7	8	100,0	0,5
Київ	980	-4,6	38,3	28	16,7	1,1	73	52,1	2,9	179	-6,3	7,0	1169	8,5	45,7	79	5,3	3,1	48	-2,0	1,9
Кіровоградська	172	-20,7	38,2	49	-2,0	10,9	9	-30,8	2,0	56	12,0	12,4	133	-8,9	29,6	25	-21,9	5,6	6	100,0	1,3
Луганська	122	-6,9	38,0	41	2,5	12,8	10	-23,1	3,1	40	-24,5	12,5	76	13,4	23,7	32	-5,9	10,0	0	зниж	0,0
Львівська	944	12,9	39,3	147	17,6	6,1	34	54,5	1,4	234	2,6	9,7	842	17,4	35,0	136	29,5	5,7	68	83,8	2,8
Миколаївська	382	-5,7	40,3	72	9,1	7,6	12	-40,0	1,3	99	23,8	10,4	326	0,6	34,4	41	10,8	4,3	16	-15,8	1,7
Одеська	1029	13,0	45,6	128	-12,9	5,7	34	-50,0	1,5	196	-18,7	8,7	742	8,8	32,9	87	-1,1	3,9	39	95,0	1,7
Полтавська	376	-5,8	39,7	71	-26,8	7,5	23	-45,2	2,4	93	-10,6	9,8	299	-5,1	31,5	69	-33,7	7,3	17	70,0	1,8
Рівненська	262	-12,1	37,9	62	-23,5	9,0	15	-37,5	2,2	56	-35,6	8,1	234	-16,7	33,8	50	-26,5	7,2	13	-7,1	1,9
Сумська	207	1,0	34,8	72	24,1	12,1	15	-16,7	2,5	57	0,0	9,6	172	-15,3	28,9	61	22,0	10,3	11	57,1	1,8
Тернопільська	243	9,0	42,2	47	38,2	8,2	6	-57,1	1,0	60	30,4	10,4	186	-2,1	32,3	22	-21,4	3,8	12	-20,0	2,1
Харківська	654	-9,2	44,5	54	-37,2	3,7	28	-33,3	1,9	92	-18,6	6,3	555	-0,5	37,8	65	12,1	4,4	22	57,1	1,5
Херсонська	327	14,7	37,4	92	46,0	10,5	29	-9,4	3,3	99	20,7	11,3	265	13,2	30,3	43	79,2	4,9	20	233,3	2,3
Хмельницька	323	3,5	38,6	61	29,8	7,3	15	-11,8	1,8	71	-13,4	8,5	291	7,0	34,8	57	32,6	6,8	19	533,3	2,3
Черкаська	387	7,8	38,2	76	13,4	7,5	30	3,4	3,0	125	0,0	12,3	300	26,1	29,6	82	24,2	8,1	13	44,4	1,3
Чернігівська	219	-13,4	31,6	51	-17,7	7,4	10	-41,2	1,4	73	-11,0	10,5	214	-0,9	30,9	111	5,7	16,0	14	75,0	2,0
Чернівецька	140	21,7	40,3	27	28,6	7,8	6	-14,3	1,7	30	-33,3	8,6	110	-15,4	31,7	30	87,5	8,6	4	100,0	1,2
Севастополь																					
ЗАГАЛОМ	10795	3,4	39,7	1685	-0,2	6,2	584	-9,7	2,1	2662	-6,9	9,8	9338	2,6	34,3	1668	0,4	6,1	488	29,1	1,8

Серед загальної кількості ДТП в Закарпатській області за період з 01.01.2017 року по 31.12.2017 року відбулось 198 ДТП з постраждалими, скоєних з вини водіїв, що на 1,5% менше, ніж за аналогічний період попереднього року (201 ДТП). В вищевказаних ДТП загинуло 24 особи, що на 35,1% менше, ніж за аналогічний період попереднього року (37 осіб); травмовано 253 особи, що на 1,9% менше, ніж за аналогічний період попереднього року (258 осіб).

5. ДТП з постраждалими, скоєні з вини водіїв за період з 01.01.2017 по 31.12.2017									
Регіон	ДТП з постраждалими								
	усього			загинуло			травмовано		
	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%
АР Крим	0	0		0	0		0	0	
Вінницька	563	382	-32,1	111	50	-55,0	732	516	-29,5
Волинська	480	406	-15,4	54	36	-33,3	642	603	-6,1
Дніпропетровська	1926	1456	-24,4	166	101	-39,2	2565	1991	-22,4
Донецька	593	592	-0,2	55	55	0,0	803	805	0,2
Житомирська	345	416	20,6	43	55	27,9	482	557	15,6
Закарпатська	201	198	-1,5	37	24	-35,1	258	253	-1,9
Запорізька	740	662	-10,5	106	49	-53,8	990	957	-3,3
Івано-Франківська	440	433	-1,6	68	57	-16,2	575	613	6,6
Київська	369	578	56,6	49	37	-24,5	534	752	40,8
Київ	734	1016	38,4	2	9	350,0	881	1261	43,1
Кіровоградська	250	163	-34,8	34	19	-44,1	328	194	-40,9
Луганська	232	271	16,8	22	24	9,1	326	416	27,6
Львівська	702	1053	50,0	90	95	5,6	1017	1471	44,6
Миколаївська	303	437	44,2	34	22	-35,3	410	577	40,7
Одеська	1073	1037	-3,4	78	77	-1,3	1438	1314	-8,6
Полтавська	752	697	-7,3	113	72	-36,3	998	997	-0,1
Рівненська	310	143	-53,9	68	12	-82,4	432	179	-58,6
Сумська	341	308	-9,7	27	27	0,0	442	390	-11,8
Тернопільська	272	208	-23,5	31	15	-51,6	361	313	-13,3
Харківська	443	249	-43,8	26	5	-80,8	621	345	-44,4
Херсонська	357	361	1,1	42	60	42,9	467	483	3,4
Хмельницька	260	267	2,7	31	22	-29,0	345	379	9,9
Черкаська	713	720	1,0	98	92	-6,1	969	948	-2,2
Чернігівська	494	434	-12,1	99	80	-19,2	647	573	-11,4
Чернівецька	164	133	-18,9	35	14	-60,0	178	152	-14,6
Севастополь	0	0		0	0		0	0	
ЗАГАЛОМ	13057	12620	-3,3	1519	1109	-27,0	17441	17039	-2,3

Серед загальної кількості ДТП в Закарпатській області за період з 01.01.2017 року по 31.12.2017 року відбулось 4 ДТП з постраждалими, скоєних з вини пішоходів що на 50,% менше, ніж за аналогічний період попереднього року (8 ДТП). В вищевказаних ДТП загинуло 0 осіб, в аналогічний період попереднього року загинула 1 особа; травмовано 4 особи, що на 55,6% менше, ніж за аналогічний період попереднього року (9 осіб).

7. ДТП з постраждалими, скоєні з вини пішоходів за період з 01.01.2017 по 31.12.2017									
Регіон	ДТП з постраждалими								
	усього			загинуло			травмовано		
	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%	м.п.	п.п.	%
АР Крим	0	0		0	0		0	0	
Вінницька	61	37	-39,3	12	3	-75,0	50	36	-28,0
Волинська	61	33	-45,9	10	3	-70,0	53	30	-43,4
Дніпропетровська	320	199	-37,8	34	24	-29,4	301	188	-37,5
Донецька	68	62	-8,8	8	9	12,5	66	55	-16,7
Житомирська	24	13	-45,8	3	2	-33,3	21	11	-47,6
Закарпатська	8	4	-50,0	1	0	зниж	9	4	-55,6
Запорізька	84	46	-45,2	10	8	-20,0	77	40	-48,1
Івано-Франківська	89	57	-36,0	22	6	-72,7	74	51	-31,1
Київська	17	27	58,8	1	5	400,0	16	22	37,5
Київ	44	67	52,3	0	0		47	68	44,7
Кіровоградська	16	5	-68,8	2	1	-50,0	16	4	-75,0
Луганська	11	24	118,2	0	2	ріст	11	24	118,2
Львівська	46	71	54,3	9	14	55,6	40	58	45,0
Миколаївська	32	27	-15,6	4	0	зниж	28	27	-3,6
Одеська	83	67	-19,3	13	7	-46,2	76	65	-14,5
Полтавська	76	82	7,9	15	17	13,3	63	74	17,5
Рівненська	40	12	-70,0	11	4	-63,6	30	8	-73,3
Сумська	38	18	-52,6	6	1	-83,3	36	17	-52,8
Тернопільська	26	14	-46,2	4	3	-25,0	22	11	-50,0
Харківська	28	2	-92,9	2	0	зниж	29	2	-93,1
Херсонська	32	18	-43,8	6	6	0,0	28	12	-57,1
Хмельницька	12	12	0,0	1	0	зниж	11	12	9,1
Черкаська	52	29	-44,2	10	4	-60,0	42	26	-38,1
Чернігівська	56	56	0,0	13	26	100,0	47	39	-17,0
Чернівецька	4	6	50,0	3	0	зниж	2	6	200,0
Севастополь	0	0		0	0		0	0	
ЗАГАЛОМ	1328	988	-25,6	200	145	-27,5	1195	890	-25,5

Висновки

Кількість ДТП в Закарпатській області за 2017 рік, у порівнянні з 2016 роком, збільшилось на 10,2%, основними причинами зростання кількості ДТП є порушення Правил безпеки дорожнього руху водіями транспортних засобів.

З урахуванням того, що в Україні кількість автомобілів щороку зростає, то і кількість ДТП буде зростати. На мою думку, для того щоб зменшити швидкість зростання кількості ДТП не достатньо просто збільшити штрафи та покарання за порушення ПДР, а потрібно запровадити нові методи навчання. Навчати Правилам потрібно вже з дитячого садку, в ігровій формі (в картинках, в мультфільмах) пояснювати дітям як вони повинні поводитись, де можна переходити дорогу, на який колір і так далі. Зі школи вже можна навчати самим Правилам (п.1, 4-6), пояснювати, які можуть бути наслідки порушення. Проводити показові тренінги з залученням експертів. Транслювати в ЗМІ правила дорожнього руху.

Тобто необхідно внести відповідні зміни в законодавство України.

Література:

1. <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>.

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА РОЗВИТОК МЕХАНІЗМУ ДТП.

У нашій країні нерідко причиною ДТП стає технічна несправність транспортного засобу, яка може виникнути з різних причин, наприклад, таких як – недбалість водія, неналежне та несвоєчасне обслуговування транспортного засобу. Також немалу роль відіграє погана якість дорожнього покриття, яке часто містить ями, вибоїни та інші дефекти. Наїзд на них може призвести до заносу, різкого ривка керма, втрати первинного напрямку руху і навіть до перекидання транспортного засобу. Винуватцем подібних ДТП також є експлуатаційна служба — проте притягнути її до відповідальності в цьому випадку буде набагато важче, так як у державному стандарті є вказівка на можливість утворення в дорожньому покритті визначених недоліків. Тому після ДТП доведеться збирати спеціальну комісію, яка буде перевіряти яму.

Серед явних прикладів недбалого ставлення водія до технічного стану свого транспортного засобу є, наприклад: на рисунку 1, 2 показаний автомобіль РАФ в якому мається невідповідність пп. 31.4.1 а) у вигляді “заглушення” гальмівного контуру, який відповідає за подачу гальмівної рідини до гальмівних механізмів задніх коліс. Дана технічна невідповідність могла вплинути на збільшення гальмівного шляху автомобіля під час гальмування або під час екстреного гальмування та призвести до заносу, розвороту автомобіля.

Вищевказана несправність гальмівної системи значно знижує ефективність гальмування автомобіля, тому являє небезпеку для всіх учасників руху. Експлуатація автомобіля в такому стані заборонена.



Рисунок 1, 2 – Загальний вигляд пошкодження гальмівного трубопроводу автомобіля РАФ

На рисунку 3 показана продольна рульова тяга автомобіля марки DAF XF 95, яка від'єдналася від свого конструктивного місця кріплення внаслідок

значного зносу шарніру який з'єднує поворотний кулак лівого переднього колеса з рульовою тягою. Внаслідок даної технічної несправності водій втрачає змогу керувати автомобілем, що у свою чергу призводить до подальшого виникнення дорожньо-транспортної пригоди. Це стало причиною виникнення ДТП.



Рисунок 3 – Загальний вигляд пошкодження продольної рульової тяги автомобіля DAF XF 95

На рисунку 4, 5 показаний автомобіль Volkswagen Touareg, на передній вісі якого були встановлені шини з різним малюнком протектора а також різної розмірності. Дана невідповідність пп. 31.4.5 а) ,г) Правил дорожнього руху України могла вплинути на курсову стійкість та керованість автомобіля під час руху і стати причиною ДТП. Такі питання потребують більш глибокого дослідження, наприклад, проведення відповідного експериментального дослідження (ходових випробувань) або комп'ютерного моделювання.



Рисунок 4 – Загальний вигляд автомобіля Volkswagen Touareg



Рисунок 5 – Загальний вигляд шин передніх коліс з різним малюнком протектора автомобіля Volkswagen Touareg

До причин ДТП варто віднести і гуму, що не відповідає сезону. Люди також прагнуть ухилитися від необхідності купувати шини різних видів для холодного і теплого часу року, мотивуючи це нестачею грошей або іншими причинами, що неминуче призводить до аварій. Варто пам'ятати, що при температурі навколишнього повітря, що виходить за допустимий діапазон конкретного складу гуми, істотно збільшується тривалість гальмівного шляху, знижується керуваність автомобіля, з'являється схильність до ковзання і блокування коліс, а, отже — підвищується ймовірність попадання в аварію.

Висновки

Таким чином основні причини ДТП включають неуважне ставлення до технічного стану автомобіля. Варто пам'ятати, що несправність гальм, рульового управління, серйозні дефекти ходової частини забороняють продовжувати рух при будь-яких обставин — навіть добиратися до сервісного підприємства доведеться на спеціальному евакуаторі. Багато людей, бажаючи заощадити власний час і скоротити витрати, ігнорують цю вимогу і потрапляють в аварії, причиною яких стає знос техніки.

Фролов Андрій Анатолійович, судовий експерт, науковий співробітник, Харківський науково-дослідний інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М.С. Бокариуса, andrey5120@mail.ru

ЩОДО ВПЛИВУ ВЕРТИКАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОЕФІЦІЄНТ ЗЧЕПЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА

Відомо, що фундаментальною основою активної безпеки транспортного засобу є його гальмівні властивості, а характер гальмування залежить від взаємодії шин автомобіля з дорожнім покриттям. Таку взаємодію в теорії автомобіля прийнято описувати коефіцієнтом зчеплення, який може реалізовуватися як в поздовжньому, так і поперечному напрямках відносно площини обертання коліс транспортного засобу. У науково-технічній літературі [1-2] прийнято під поздовжнім коефіцієнтом зчеплення розуміти відношення максимальної поздовжньої реакції дороги на колесо $R_x^{\max}$ до її нормальної реакції R_z в конкретних навантажувальних, швидкісних і зчіпних умовах. Однак, не дивлячись на це, існують публікації, в яких під коефіцієнтом зчеплення розуміються і інші співвідношення цих сил, що, на думку автора, невірно і суперечить фізиці, що відбуваються в зоні контакту процесів. Очевидно, що на величину коефіцієнта зчеплення при гальмуванні транспортного засобу впливає велика кількість чинників, аналіз впливу яких вимагає додаткового розгляду.

З огляду на ту обставину, що коефіцієнт зчеплення залежить від різних чинників, для визначення характеру його зміни в процесі гальмування необхідно виявити найбільш значущі чинники, від яких істотно залежить ефективність гальмування транспортного засобу. Відомо, що величина коефіцієнта зчеплення залежить від якості і стану дорожнього покриття (матеріалу покриття, ступеня його шорсткості, твердості, пухкості і вологості), від форми малюнка протектора шини (кількості, розміру і положення виступів і канавок), від тиску повітря в шині, від швидкості обертання колеса і від величини вертикального навантаження яке припадає на колесо.

В якості ілюстрації наведених міркувань можна показати результати досліджень С.М. Цукерберга [3], зображені на рис. 1, щодо поздовжнього коефіцієнта зчеплення для шини легкового автомобіля з протектором типу «шашка» на сухому (суцільна лінія) і мокрому (пунктирна лінія) асфальтобетонному дорожньому покритті.

З рис. 1 «а» слідує, що в разі збільшення внутрішнього тиску в шині коефіцієнт зчеплення спочатку збільшується, а потім, досягнувши свого граничного значення, зменшується. При збільшенні початкової швидкості, з якою відбувається гальмування транспортного засобу, коефіцієнт зчеплення знижується, і тільки лише при малих швидкостях він має максимальне значення (рис. 1 «б»). Ця обставина підтверджується і дослідженнями інших авторів [4]. Збільшення ж вертикального навантаження на колесо приводить до зниження

коефіцієнта зчеплення (рис. 1 «в»), що в свою чергу на перший погляд суперечить положенням теорії автомобіля, яке представляється у вигляді залежності (1). Але не будемо поспішати з висновками, розглянемо всебічно це питання.

$$R_x = R_z \cdot \varphi_x, \quad (1)$$

Аналіз кривих (рис. 2) отриманих експериментальним шляхом на дорозі з сухим асфальтовим покриттям [4] показує, що при збільшенні вертикального навантаження на колесо відповідно до залежності (1) максимальна поздовжня реакція дороги на колесо $R_x^{\max}$ збільшується, але не пропорційно збільшенню нормальної реакції R_z .

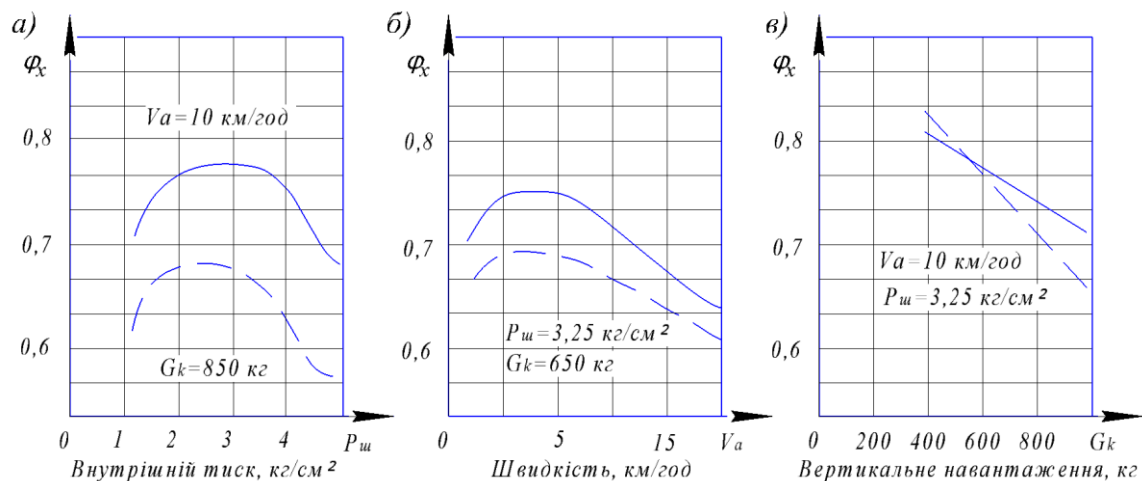


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта поздовжнього зчеплення від тиску повітря в шині «а», початкової швидкості гальмування транспортного засобу «б» і вертикального навантаження на колесо «в» [3]

З ілюстрації, зображеної на рис. 2 очевидно, що зі збільшенням нормальної реакції R_z значення коефіцієнта зчеплення знижується. Причому слід зазначити, що при збільшенні нормальної реакції в 4 рази (тобто на 330%) коефіцієнт зчеплення знижується на 33%, а максимальна поздовжня реакція дороги на колеса збільшується не на 330%, а всього на 220%.

Для дослідження цього неоднозначного явища авторами в співавторстві [4] були проведені стендові дослідження в лабораторії кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула (Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ)) на великому інерційному стенді. Для проведення досліджень було використано колесо з шиною типорозміру 11-R20. При виконанні стендових досліджень використовувалася методика визначення межі блокування колеса, яка викладена в Правилах №13 ООН (Додаток №13) [5]. За критерій оцінки межі блокування колеса при гальмуванні приймалася ефективність гальмування зі збереженням стійкості і керованості, яка оцінювалася пройденим гальмівним шляхом і тривалістю процесу гальмування. При проведенні експериментальних досліджень було встановлено, що найбільш раціональна ефективність гальмування зі збереженням стійкості і керованості

може бути отримана тільки в умовах, коли колеса автомобіля блокуються в кінці процесу гальмування (швидкість менше 15 км/год).

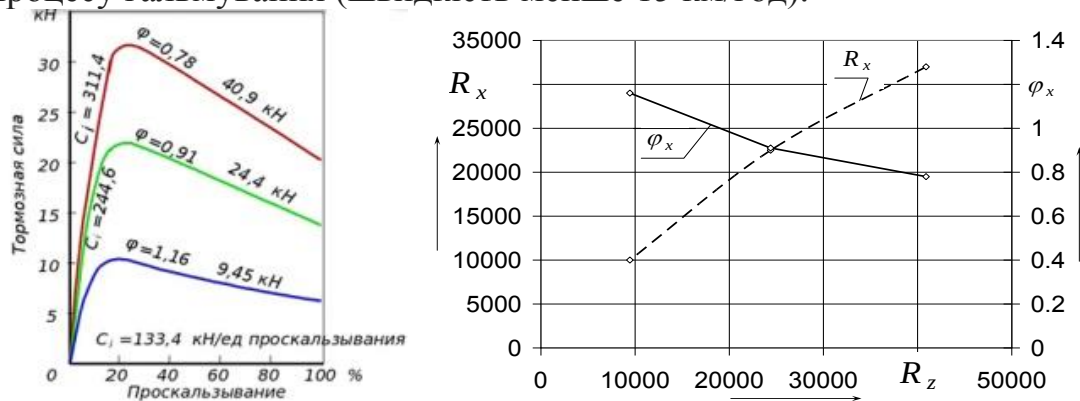


Рисунок 2 – Вплив нормального завантаження на поздовжню гальмівну силу, що виникає в зоні контакту шини 10.00 - 20 F вантажного автомобіля з асфальтовим покриттям [4]

Відсутність блокування колеса в кінці процесу гальмування, призводить до зниження ефективності гальмування, а значить до збільшення гальмівного шляху і тривалості гальмування. Проведені дослідження підтвердили результати, зображені на рис. 2, коефіцієнт зчеплення є не постійною величиною і істотно залежить не тільки від початкової швидкості гальмування транспортного засобу, але і від навантаження, що припадає на колесо. При зменшенні вертикального навантаження на колесо коефіцієнт зчеплення збільшується.

Як показали експериментальні дослідження, істотний вплив на коефіцієнт зчеплення надає початкова швидкість гальмування транспортного засобу (до 20%) та вертикальне навантаження на колесо (до 56%). Причому чим менше величина вертикального навантаження, тим сильніше її вплив на зчіпні властивості шини.

Література

1. Ломака С.И., Алекса Н.Н, Гецович Е.М., Автоматизация процесса торможения автомобиля: учебное пособие - К.: УМК ВО,1988. – 88 с.
2. Вонг Д. Теория наземных транспортных средств: Пер. с англ. - М - : Машиностроение, 1982 – 284 с.
3. Иларионов В.А., Морин М.М., Шейн А.И. Теория автомобиля учебное пособие М - : научно техническое издательство, 1960. – 191 с.
4. Туренко А.Н., Клименко В.И., Рыжих Л.А., Леонтьев Д.Н., Красюк А.Н. Основы создания и исследования электронно-пневматического тормозного управления транспортных средств: монография. – Х.: ХНАДУ,2012.- 288с.
5. Regulation №13 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M, N and O with regard to braking: on condition 30.09.2010 – Official Journal of the European Union – UN/ECE, 2010. – 257p.

Царенкова Ирина Михайловна, доцент, Белорусский государственный университет транспорта

Коливошко Наталья Александровна, студент, Белорусский государственный университет транспорта, kolivoshko.nata@mail.ru

Портной Арон Ефимович, студент, Белорусский государственный университет транспорта, aron.portnoy1998@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ СВОЕВРЕМЕННОМ РЕАГИРОВАНИИ НА МИНИМАЛЬНЫЕ РАЗРУШЕНИЯ

При эксплуатации автомобильных дорог немаловажным аспектом является учет взаимодействия процессов износа и восстановление автомобильных дорог. Качество дороги во многом зависит от ее конструкции и качества производства работ при строительстве, а также от процессов ее износа и ремонта [1]. Обеспечить высокое качество автомобильных дорог возможно лишь тогда, когда процесс восстановления осуществляется так же быстро, как и процесс износа. Рассматриваемый вопрос является фрагментом модели, обеспечивающей связь между затратами на строительство дороги, издержками по ее содержанию и стоимостью эксплуатации на ней транспортных средств.

Для отыскания взаимозависимостей таких факторов необходимо уточнить состав показателей, используемых для оценки качества дороги. Величина средних неровностей и динамически устойчивое состояние поверхности дороги зависит от окружающей среды, свойств использованных материалов, временных технических интервалов и глубины восстановления дорожного покрытия.

Износ покрытия автомобильных дорог происходит в два этапа. Первый этап – период, предшествующий появлению элементов поверхностного износа. Второй этап – период развития, в течение которого площадь и глубина разрушений увеличиваются. Неровности, которые являются результатом сложного разрушения, возрастают медленно в течение начального периода, но затем развиваются достаточно быстро. При несвоевременном реагировании на начальный процесс разрушения, износ может достичь высокого уровня и привести к значительным затратам на восстановление покрытия автомобильной дороги.

Ремонт автомобильных дорог может начинаться с обычного восстановления дренажа, боковых откосов и обочин, требующих незначительных средств, до крупных восстановительных работ в виде капитального ремонта или укладки нового дорожного покрытия, что влечет за собой большие расходы материальных и трудовых ресурсов. Периодическое техническое обслуживание может сохранять и усиливать структурную прочность покрытия и уменьшать темпы износа и разрушения дороги.

Ремонтопригодность может быть значительно дороже, чем стоимость предотвращения сложившейся ситуации. Политика технического обслуживания дороги может реализовываться по двум вариантам. В первом варианте предусматривается определенная периодичность восстановления и ремонтов автомобильной дороги с указанием объемов этих работ, а во втором – выполнение очередного восстановления дороги при достижении некоторым контрольным параметром (или их совокупностью) своего порогового значения. В практике восстановительных работ существуют четыре основных типа технического обслуживания для дорог с твердым покрытием: «латание дыр», включая заделку трещин, потертостей и выбоин; перезаливка тонкого поверхностного слоя, включая изолирующие перемычки, выравнивание поверхности, в том числе с корректировкой формы (эти два типа ремонта приводят к небольшому выравниванию дороги и структурному усилению покрытия, а перезаливка с корректировкой формы позволяет существенно уменьшить неровности на обширной площади); укладка дополнительного слоя поверх старого покрытия (такое мероприятие усиливает покрытие и уменьшает неровности, а новый слой служит как водозащитная мембрана, затрудняющая дальнейшее разрушение оригинального покрытия); реконструкция верхнего слоя, усиливающая его многослойным покрытием (уменьшает неровности и исключает разрушение старого покрытия).

Исходя из вышеперечисленного, формируется модель [2], способная предварительно оценить стоимость ремонта при различных комбинациях восстановления покрытия автомобильных дорог. Параметры разрушения и восстановления дорог прогнозируются по мере её старения с расчетами по каждому году. В качестве входной информации для этой модели используются интенсивность движения, конструкция покрытия и критерий для выполнения технического обслуживания. Работа модели начинается с расчета времени, проходящего от начала эксплуатации дороги до момента первых повреждений по всем их видам. Затем через установленные промежутки времени определяются параметры поверхностных разрушений и неровностей, которые сверяются с их пороговыми значениями. В случае выхода расчетных показателей за пределы пороговых, модель рассчитывает объем технического обслуживания, его стоимость, качественные характеристики покрытия после восстановления (величину неровностей, прочность) и готовит эту информацию для ее запуска в модель расчета стоимости эксплуатации транспортных средств. Общие виды функций и уравнений, используемые в прогнозировании повреждений и разрушений дороги, как и ее восстановления, сформированы на основе исследований Мирового Банка [3] и адаптированы к конкретным производственным условиям.

Литература

1. Леонович, И. И. Диагностика автомобильных дорог : учебно-методическое пособие для студентов вузов по специальности 1-70 03 01 "Автомобильные дороги" / И. И. Леонович, С. В. Богданович. – Минск : БНТУ, 2012. – 225 с. : ил.

2. НДМ-4. Развитие и управление дорогами. Руководство пользователя. Том 3. Серия «Проектирование и содержание дорог» / World Road Association (PIARC). – 2004 – 177 с.

Царенкова Ирина Михайловна, доцент, Белорусский государственный университет транспорта

Портной Арон Ефимович, студент, Белорусский государственный университет транспорта, aron.portnoy1998@gmail.com

Коливошко Наталья Александровна, студент, Белорусский государственный университет транспорта, kolivoshko.nata@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА ПАРЕТО ПРИ АНАЛИЗЕ УЧАСТКОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ

В настоящее время сбор статистической информации о произошедших дорожно-транспортных происшествиях проводится во всех развитых странах, в том числе и в Республике Беларусь. Информация о степени тяжести ДТП и их количестве позволяет производить реальную оценку уровню аварийности на дорогах страны, обнаружить и проанализировать изменение общего числа ДТП, количества погибших и раненых, и, что самое важное, даёт возможность разработать комплекс мероприятий по уменьшению их количества.

При этом перед аналитиком предстаёт огромное количество систематических и случайных переменных: место, время, тип транспортного средства, демографические данные, погодные условия, состояние дорожного покрытия и т.д., что не даёт возможности спрогнозировать следующее ДТП со стопроцентной вероятностью.

Республика Беларусь имеет многолетний положительный опыт проведения регистрации ДТП и выявления участков их концентрации. Как правило, участком концентрации ДТП является участок автомобильной дороги, характеризующийся устойчивым и неслучайным уровнем совершения дорожно-транспортных происшествий.

Как показала многолетняя практика по сбору и анализу данных, среди всех моделей управления безопасностью дорожного движения разных уровней очаговый подход оказался наиболее эффективным, так как дает возможность при минимуме ресурсов наиболее сильно снижать уровень аварийности на улично-дорожной сети.

Основная идея заключается в том, что эти аварийные участки дорог имеют аномально высокие показатели количества ДТП, гораздо выше, чем в других местах. Возникновение таких участков концентрации ДТП на дороге связано с неудовлетворительными дорожными условиями, характерными особенностями дорожной сети, пересечениями транспортных и пешеходных потоков.

В данном случае актуально решение нескольких практических задач: как наиболее быстро и точно выявлять данные аномальные участки для принятия

скорейших мер по снижению аварийности. Можно предположить, что это вопросы из области увеличения оптимальности управления, следовательно, можно использовать принцип Парето, или «80/20».

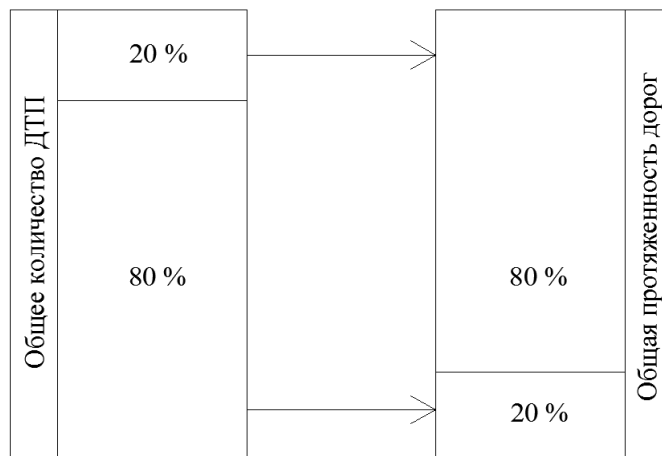


Рисунок.1 - Использование принципа Парето при моделировании участка концентрации ДТП

Указанные соотношения можно использовать в качестве своеобразных вех, по которым в соответствии с принятыми критериями идентификации обеспечивается эффективное устранение аномально опасных участков.

Это бы привело к снижению пороговых значений показателей аварийности по идентификации мест концентрации ДТП и увеличению протяженности дорожной сети, на которой требуется реализация мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

С другой стороны, работа по устранению мест концентрации ДТП на ограниченном количестве участков дорог слабо отражается на снижении уровня аварийности в целом на дорожной сети.

Однако, данная стратегия идентификации участков концентрации ДТП удовлетворяет требованию эффективности затрат на обеспечение безопасности дорожного движения.

Таким образом выявление участков концентрации ДТП является важнейшей задачей дорожных организаций для того, чтобы своевременно принять превентивные меры для устранения причин их совершения.

Литература

1. Чванов, В. В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя / В. В. Чванов. — М.: ИНФРА-М, 2010. — 416 с.
2. Осипова, Е. Е. Социология Вильфредо Парето: Политический аспект / Е. Е. Осипова. — Алетей, 2004. — 160 с.
3. ДМД 02191.3.015-2008.Рекомендации по выявлению участков концентрации дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах общего пользования и повышению безопасности дорожного движения на них. — Утв. Департаментом «Белавтодор» с 1.06.2008. — Минск. 2011. — 29 с.

ОЦІНЮВАННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ СИТУАЦІЙ - ПИТАННЯ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ РУХУ

В Україні, як і в усьому світі, зберігається високий рівень смертності з причин дорожньо-транспортних пригод (далі - ДТП). Існують різні точки зору науковців щодо шляхів зменшення аварійності, своє бачення мають і судові експерти, виходячи з досвіду практичної діяльності за напрямом автотехнічної експертизи.

Перше місце у рейтингу основних причин ДТП посягає найчисленніша група – причини, пов’язані з діями учасників дорожнього руху, що не відповідають ПДР і дорожній обстановці (понад 90% ДТП від їх загальної кількості), друге місце – причини, пов’язані з несправністю ТЗ, третє – причини, пов’язані з незадовільними дорожніми умовами [5, с.14-15].

Безумовно недотримання вимог ПДР учасниками дорожнього руху потребує постійного аналізу виявлених причин та пошуку шляхів з усунення проблеми. Особливо це стосується дій водія ТЗ, як оператора джерела підвищеної небезпеки. Оскільки у більшості випадків водій взаємодіє з ТЗ у мінливому середовищі, де вірогідність виникнення нештатної ситуації достатньо висока, то від практичних навичок водія, від вміння виявляти ознаки та *передбачати* (прогнозувати) можливість виникнення небезпеки для руху залежить безпека дорожнього руху. На наш погляд, саме функції «*передбачення*» в діях водія ТЗ слід приділити особливу увагу.

«*Передбачення*» в науці – футурологічний метод визначення, опису об’єктів, явищ фізичної реальності..., які ще не існують..., але можуть з’явитися і бути виявленими..., де *футурологія* (від лат. *futurum* - майбутнє та грец. *λόγος* - вчення) – наука прогнозування майбутнього... [11].

Щодо терміну «*передбачення*», то вперше його було застосовано у міжнародній Конвенції про дорожній рух від 8 листопада 1968 року (далі – Конвенції) у статті 13: «Скорость и дистанция. 1. Водитель транспортного средства должен при любых обстоятельствах сохранять контроль над своим транспортным средством... Он должен при изменении скорости движения транспортного средства постоянно учитывать обстоятельства, в частности рельеф местности, состояние дороги и транспортного средства, его нагрузку, атмосферные условия и интенсивность движения, чтобы быть в состоянии остановить транспортное средство в конкретных условиях видимости в направлении движения, а также перед любым препятствием, которое водитель в состоянии *предвидеть*...» [7].

Пізніше, у 1973 році в СРСР були введені в дію Правила дорожнього руху, які, в частині вибору водієм швидкості руху та вжиття заходів із запобігання ДТП, повністю відповідали основним вимогам Конвенції, а саме:

«п.73. Водитель должен выбрать такую скорость, чтобы с учетом интенсивности движения, дорожных условий (в частности, ширины и состояния проезжей части, видимости в направлении движения, атмосферных условий, рельефа местности), а также особенностей груза, быть в состоянии выполнить необходимые действия по управлению транспортным средством. Водитель должен принять меры к снижению скорости или остановке перед любым препятствием, которое он *должен был и мог предвидеть*» [12].

В подальшому Правила були перероблені, доповнені та введені в дію у 1980 році. Але вже у новій редакції, в положеннях про вибір водієм швидкості руху, термін «*передбачення*» був відсутній: «п. 9.6. Водитель должен вести транспортное средство со скоростью, не превышающей установленные ограничения, с учетом интенсивности движения, дорожных и атмосферных условий, а также особенностей и состояния транспортного средства и груза. В случае возникновения опасности для движения водитель должен принять меры к снижению скорости вплоть до полной остановки транспортного средства» [8].

У 2002 році були введені в дію Правила дорожнього руху України, в яких термін «*передбачати*» також не вживається, а вводиться термін «*виявляти*»: «п.12.3. У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди, яку водій об'єктивно спроможний *виявити*, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди» [13].

Таким чином, починаючи з 1980 року зміст окремих положень ПДР, стосовно вибору швидкості руху та заходів запобігання ДТП, почав відрізнятися від концептуальних положень Конвенції. Безумовно, цей процес супроводжувався і змінами методичних підходів в експертній практиці до оцінки дій водія – учасника ДТП. Розглянемо приклад негативного впливу переходу ПДД від терміну «*передбачити*» до терміну «*виявити*».

Приклад. Водій ТЗ рухається по дорозі (швидкість 50 км/год) та наближається до позначеного знаками та дорожньою розміткою пішохідного переходу. Оглядовість в зоні переходу обмежена ТЗ, припаркованими вздовж правої межі проїзної частини.

Якщо «*передбачати*», то водій ТЗ вживає заходів: оцінювальних – аналізує можливість раптової появи пішохода в зоні переходу; попереджувальних – плавно знижує швидкість та збільшує боковий інтервал з ТЗ, обмежуючими оглядовість; екстрених – з моменту появи пішохода на переході зупиняє ТЗ до полоси його руху.

Якщо «*виявляти*», то водій ТЗ вживає заходів: оцінювальних – аналізує можливість раптової появи пішохода в зоні переходу; екстрених – з моменту появи пішохода застосовує гальмування до повної зупинки ТЗ.

В розглянутому випадку, за відсутності елементу «*передбачення*», ризик наїзду на пішохода різко зростає.

На питаннях, споріднених з «передбаченням», пов'язаних з виявленням ознак можливого виникнення небезпеки для руху, оцінюванням різноманітних ДТС, «факультативними» основами прийняття рішення про вжиття

попереджувальних заходів та самими заходами, у 2003 році акцентували увагу судові експерти-автотехніки Шевцов С.О. та Дубонос К.В. [6, с.34-81; 88-106]. Однак запропоновані ними підходи були реалізовані частково та лише в судово-експертній діяльності.

Питаннями підвищення якості й ефективності професійної підготовки водіїв взагалі займалося не так багато науковців. Найбільш вагомими з них виступають: Дерех З.Д. та Заворицький Ю.Є. [1; 2; 3], а також Лях М.А., Дем'янук О.С. та Бешун О.А. [4]. Активну діяльність з цього напрямку здійснює видавництво «Моноліт», на сайті якого викладено онлайн-посібник з водіння автомобіля [11].

На наш погляд, найбільш вдало розробкою методів формування у водіїв навичок та вмінь щодо прийняття вірних та своєчасних рішень у відповідності з ДТС займаються Дерех З.Д. та Заворицький Ю.Є. [2]. Здійснюють вони це шляхом розгляду різних типових ДТС з урахуванням їх можливого розвитку. Однак у великому об'ємі корисних напрацювань і вдалих прикладів жодних натяків на можливість відпрацювання у водіїв навичок «передбачення».

Якщо розглянути вимоги Державного стандарту України до підготовки водіїв автотранспортних засобів (ДСПТО 8322.ОІ.00.60.24-2012. Професія – водій автотранспортних засобів. Код-8322. Спеціалізація: водіння автотранспортних засобів категорії «В»...«DE»), то за тематичним планом передбачено вивчення водієм теми «Дорожньо-транспортні пригоди» [9]. Але, враховуючи, що в положеннях ПДД відсутнє поняття «передбачення» водієм можливого виникнення небезпеки для руху, то відсутній такий елемент навчання і у програмах підготовки водіїв.

Отже, на нашу думку, однією з головних причин аварійності на автошляхах України може виступати комплексна проблема – невідповідність окремих положень ПДР (щодо вибору швидкості руху та заходів із запобігання ДТП) концептуальним положенням Конвенції та пов'язана з цим відсутність елементу «передбачення» небезпеки для руху в програмах підготовки водіїв ТЗ. Вирішення цієї комплексної проблеми без внесення змін до ПДР не можливе. Та за умов внесення таких змін, виникне необхідність у коригуванні не тільки програм підготовки водіїв всіх категорій, а й методики експертної оцінки дій водіїв, які могли *передбачити* можливість виникнення небезпеки для руху, вжити низку попереджувальних заходів та запобігти ДТП.

Література:

1. Дерех З.Д., Заворицький Ю.Є. Ілюстровані Правила дорожнього руху України: навч. посібн., 2-ге вид., переробл. та доповн. – К.: Арій, 2017. – 120с. іл.
2. Дерех З.Д., Заворицький Ю.Є. Небезпечні ситуації на дорозі. Як їх уникнути: практ. поради водіям. – К.: Арій, 2018. – 72с.: іл.
3. Дерех З.Д., Заворицький Ю.Є. Вчимося керувати автомобілем. 33 уроки: навч. посібн. для автошкіл. – К.: Арій, 2014. – 62с.: іл.
4. Лях М.А., Дем'янук О.С., Бешун О.А. Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху : Навч. посібник: для ВНЗ – К.: ВІКНУ, 2011 – 368 с.

5. Туренко А.М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП: підручник для вищих навчальних закладів / А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сараєв, С.В. Данець. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 320 с.
6. Шевцов С.О., Дубонос К.В. Дорожньо-транспортні пригоди. Критерії оцінювання дій водія: вироб.-практ. вид. – Х.: Факт, 2003. – 176 с.: іл.
7. Конвенція про дорожній рух (Відень, 8 листопада 1968 року). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_041.
8. Правила дорожного движения (вводятся в действие 1 июня 1980 года). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zr.ru/archive/zr/1979/12/pravila-dorozhnogo-dvizheniia>.
9. Державний стандарт професійно-технічної освіти. ДСПТО 8322.OI.00.60.24-2012. Професія - водій автотранспортних засобів. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: elanets-pal-vimk.mk.sch.in.ua/Files/downloads/Водій.doc.
10. Монолит. Онлайн-учебник по вождению автомобиля. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://monolith.in.ua/vozhdenie-avto/>.
11. Вікіпедія. Передбачення. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Передбачення>.
12. За рулем. Правила дорожного движения (вводятся в действие 1 января 1973 года). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zr.ru/archive/zr/1972/12/pravila-dorozhnogo-dvizheniia>.
13. Правила дорожного руху (введення в дію 1 січня 2002 року). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001>.

Шминдюк Юрій Андрійович, судовий експерт, Тернопільський НДЕКЦ МВС України
Пришляк Микола Ростиславович, старший судовий експерт, Тернопільський НДЕКЦ МВС України

АНАЛІЗ ДТП ПО ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ

У Тернопільській області за період з 01.01.2017 року по 31.08.2017 року відбулось 1433 ДТП, що на 19,5 % більше, ніж за аналогічний період попереднього року. З них ДТП з постраждалими: у період з 01.01.2017 року по 31.08.2017 року 365 пригод, що на 3,4 % більше, ніж за аналогічний період попереднього року. При цьому у ДТП загинуло 38 осіб, що на 2,7 % більше, ніж за аналогічний період попереднього року. Травмовано у ДТП 553 людини, що на 18,2 % більше, ніж за аналогічний період попереднього року.

За видами ДТП у Тернопільській області за період з 01.01.2017 року по 31.08.2017 року відбулось: 158 зіткнень транспортних засобів, що складає 43,3 % від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного періоду попереднього року на 3,9 %; 33 перекидання транспортних засобів, що складає 9 % від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного періоду попереднього року на 50 %; 4 наїзди на транспортні засоби, які стоять, що складає 1,1 % від загальної кількості ДТП, та на 60 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року; 42 наїзди на перешкоду, що складає

11,5 % від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного періоду попереднього року на 44,8 %; 104 наїзди транспортних засобів на пішохода, що складає 28,5 % від загальної кількості ДТП, та на 10,3 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року; 16 наїздів на пішохода, що складає 4,4 % від загальної кількості ДТП, та на 5,9 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року; 8 випадків інших видів ДТП, що складає 2,2 % від загальної кількості ДТП, та перевищує показник аналогічного періоду попереднього року на 14,3 %.

Серед загальної кількості ДТП, у Тернопільській області за період з 01.01.2017 року по 31.08.2017 року відбулось 130 ДТП з постраждалими, скоєних з вини водіїв, що на 19,8 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року. Під час вказаних ДТП загинуло 5 людей, що на 70,6 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року; травмовано 196 людей, що на 10,9 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року.

Серед загальної кількості ДТП, у Тернопільській області за період з 01.01.2017 року по 31.08.2017 року відбулось 9 ДТП з постраждалими, скоєних з вини пішоходів, що на 50 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року. Під час вказаних ДТП загинуло 2 людини, що на 100 % перевищує показник аналогічного періоду попереднього року; травмовано 7 людей, що на 58,8 % менше за показник аналогічного періоду попереднього року.

Підсумовуючи проаналізовані дані, констатуємо загальне зростання кількості ДТП у Тернопільській області у порівнянні з аналогічним періодом у попередньому році. При цьому відзначається збільшення кількості ДТП з загиблими та травмованими.

Інформація надана Управлінням безпеки дорожнього руху, м. Київ, вул. Інститутська, 29А.

Янюк Анатолій Миколайович, судовий експерт Івано-Франківського НДЕКЦ.
Товпига Тарас Андрійович, судовий експерт Івано-Франківського НДЕКЦ.

ОПЕРАТИВНА ІНФОРМАЦІЯ ПО ДТП В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Згідно останніх статистичних даних за п'ять місяців 2018 року на дорожньо-вуличній мережі Івано-Франківської області зареєстровано – 1067 дорожньо-транспортних пригод (далі ДТП), що на 0,57% більше ніж за аналогічний період минулого року (2017 рік – 1061 ДТП). (табл. 1).

Таблиця 1- Динаміка ДТП та їх наслідків.

Рік	ДТП	ДТП з потерпілими	Загинуло	Травмовано
2016	1057	246	40	308
2017	1061	257	53	358
2018	1067	232	37	292

Поширеними видами автопригод залишаються зіткнення транспортних засобів, яке становить 52%, наїзд на транспортний засіб що стоїть – 14%, наїзд на перешкоду – 18%, що загалом складає 84% від всіх дорожньо-транспортних пригод, також поширеним є наїзд на пішохода - 10%, інші види – 6%. (табл. 2).

Таблиця 2 – Розподіл ДТП за видами.

Вид автопригоди	Усього ДТП	ДТП з постраждалими	Загинуло осіб	Травмовано осіб
ЗІТКНЕННЯ	560	63	9	126
НАЇЗД НА ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ ЩО СТОЇТЬ	149	7	1	7
НАЇЗД НА ПЕРЕШКОДУ	191	29	5	40
НАЇЗД НА ПІШОХОДА	107	102	16	91
ПЕРЕКИДАННЯ ТЗ	27	10	1	12
НАЇЗД НА ВЕЛОСИПЕДИСТА	26	19	5	14
ПАДІННЯ ВАНТАЖІВ	1	0	0	0
ПАДІННЯ ПАСАЖИРА	2	2	0	2
НАЇЗД НА ТВАРИН	4	0	0	0
НАЇЗД НА ГУЖОВИЙ ТРАНСПОРТ	0	0	0	0
ЗАГАЛОМ	1067	232	37	292

Аналізуючи кількість ДТП за часом скоєння, слід відмітити пік аварійності, що припадає на 17 годину (в цей час було скоєно 7,3 % від усіх ДТП). (рис. 1). Найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод з постраждалими припадає на 20 годину (в цей час сталося 9,5 % від усіх ДТП з постраждалими).

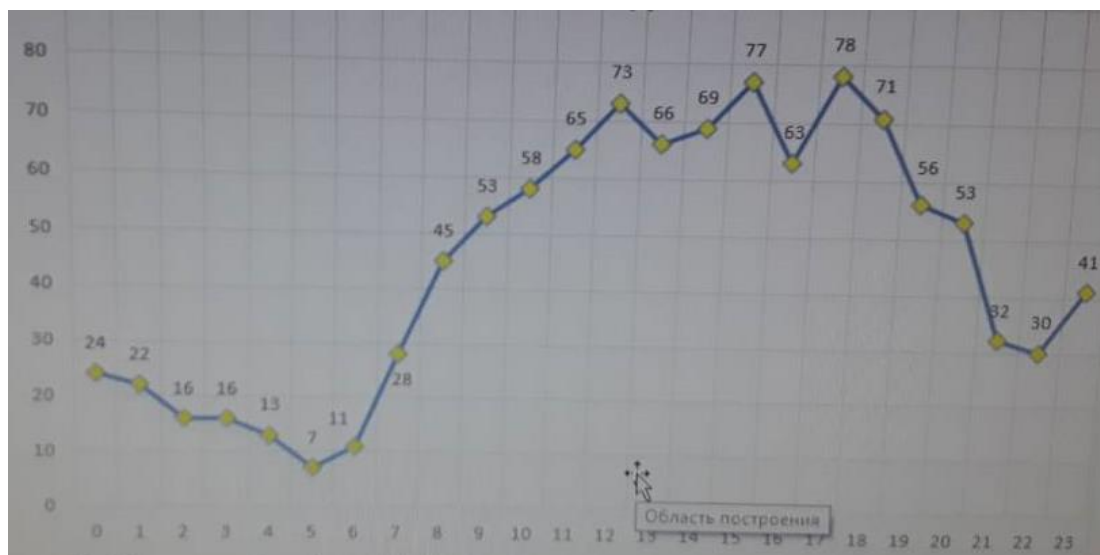


Рисунок 1 - Розподіл виникнення ДТП за часом.

Розглядаючи частоту виникнення ситуацій в залежності від днів тижня бачимо що у 2018 році найбільш небезпечними стали четвер і п'ятниця, на відміну від понеділка і вівторка у 2017 році. (рис. 2).



Рисунок 2 - Динаміка ДТП по днях в порівнянні з попереднім роком.

Висновок.

Аналізуючи ситуацію з ДТП в області бачимо, що протягом трьох років їх кількість хоч і не критично та все ж збільшується. Але важкість ДТП зменшилась, оскільки кількість травмованих та загиблих осіб в даних дорожньо-транспортних пригодах суттєво знизилась.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛІВ

Автомобілі-роботи, як об'єкти управління, представляють собою нелінійні системи з розподіленими параметрами. На практиці рішення системи рівнянь руху автомобіля-робота в більшості випадків важко виконати, і для розрахунку основних параметрів його руху звичайно використовують спрощені інженерні методи, які мають значні похибки. В даному випадку такі методи не раціонально використовувати при синтезі керуючих впливів. Але технологія штучного інтелекту дозволяє знаходити рішення задач управління автомобілями-роботами.

Інтелектуальні системи - швидко розвивається як клас систем для вирішення погано формалізованих або неформалізованих задач. Прийнято розрізняти інтелектуальні та інтелектуалізовані інформаційні системи. Інтелектуальні інформаційні системи являють собою інформаційно-обчислювальні системи, що мають інтелектуальну підтримку, яка дозволяє вирішувати різні завдання без особи приймає рішення (ЛПР). Інтелектуалізовані системи являють собою інформаційно-вимірювальні системи, що мають інтелектуальну підтримку, яка дозволяє вирішувати різні завдання з ЛПР. Інтелектуальна інформаційна система здатна самостійно приймати рішення, тобто отримувати і аналізувати інформацію, розуміти її і робити висновки, формулювати висновки [1,2].

Інтелектуальна система здатна приймати рішення, коли:

- 1) потрібно обробити і провести аналіз великого масиву інформації;
- 2) інформація обмежена;
- 3) потрібно працювати в умовах невизначеності;
- 4) простір багатовимірний;
- 5) потрібно розпізнати ситуації;
- 6) на рішення задачі впливають нестационарні чинники;
- 7) задача формалізована з використанням моделей подання знань;
- 8) потрібні самоорганізація, самонавчання, адаптація системи.

Інтелектуальна інформаційна система повинна включати відповідні математичне, методологічне, інформаційне, програмне, апаратне і технічне забезпечення для адекватного вирішення завдань з вище переліченими умовами.

З причини того, що в якості інтелектуальної системи розглядається сукупність математичного, методологічного, програмного, апаратного, технічного забезпечення, яка об'єднана інформаційним процесом, тому різні складові системи повинні мати можливість обробки одержуваної інформації про проблемної області, подібно до того, як це відбувається в мозку людини. Поруч авторів пропонується використовувати системний і міждисциплінарний підходи в створенні методології інтелектуальних систем, застосування яких дає

додаткову можливість розробки ефективних методів теорії складних процесів, що характеризуються великим обсягом оброблюваної інформації, важко формалізуються задачами прийняття рішень в умовах невизначеності, різними проблемами у використанні традиційних методів багатокритеріальної оптимізації.

Рівень розвитку інформаційних технологій в даний час дозволяє ефективно вирішувати проблеми життя і діяльності людини з метою їх полегшення шляхом автоматизації різних процесів. Для ряду задач, зокрема для задач обчислювальної математики, для задач побудови класичних інформаційних систем, є явні методи і алгоритми їх вирішення. У той же час, для певного класу інтелектуальних завдань рішення базується на деякій формалізації, що дозволяє, аналогічно розумовій діяльності людини, використовувати програмну реалізацію відповідної моделі знань.

Практично унікальними способами ефективно представити і використовувати знання в інтелектуальних інформаційних системах в загальному випадку є формальна логіка і символічні міркування. Інтелектуальна інформаційна система повинна містити такі основні елементи:

- машину логічного висновку, що дозволяє маніпулювати знаннями і координувати роботу системи;
- базу даних, що забезпечує накопичення, пошук, запис і зберігання інформації;
- базу знань, що містить сукупність декларативних і процедурних знань в деякому розумінні, що забезпечує процес вирішення завдань;
- інтерфейс сполучення різних елементів системи між собою і з навколишнім середовищем.

В даний час широко застосовуються системи штучного інтелекту в таких областях, як обчислювальна математика, хімія, біологія, екологія, геологія, медицина, військова справа, мікроелектроніка, радіоелектроніка, обчислювальна техніка, юриспруденція, економіка, транспортна інфраструктура та інші. У той же час, застосування інтелектуальних систем при управлінні автомобілями-роботами з метою мінімізації енерго - і ресурсо - споживання, безпеки руху, мало висвітлені у вітчизняній і зарубіжній літературі.

Однак зауважимо, що досягнуті значні успіхи в створенні інформаційних систем з штучним інтелектом поки що не привели до ліквідації існуючого розриву між можливостями штучного інтелекту і практичним застосуванням його у вітчизняному виробництві.

Література

Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 431с.

Грибков А.Н. Анализ и синтез оптимального управления объектом первого порядка при наличии случайных возмущений/ Грибков А.Н., Артемова С.В. // Радиотехника. – 2010. - №5. – С. 23-28.

Бажинов Алексей Васильевич, д.т.н., професор
Берус Станислав Викторович, аспірант
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ВИЗУАЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Активно развивающимся сегодня методом является визуальная одометрия – способ автономной оценки собственного перемещения потребителя по изображениям бортовых телекамер путем счисления координат, которой не зависим от иных объектов и устойчив к потере сигналов. Визуальная одометрия не требует наличия заранее известных точек отсчета или маяков; является относительным способом навигации, позволяет оценить текущее положение потребителя счислением координат и нечувствительна к изменениям в среде; измеряет перемещение потребителя бесконтактно и не чувствительна к проскальзыванию колес, позволяет ориентироваться по подстилающей поверхности и не требует наличия объектов в среде как ультразвуковой дальномер. Поэтому визуальная одометрия может компенсировать недостатки традиционных навигационных датчиков.

Одновременная локализация и картографирование (англ. simultaneous localization and mapping (SLAM) – это задача построения и обновления карты неизвестной среды и одновременного определения положения робота на этой карте. Задача SLAM одна из самых актуальных задач современной робототехники, и на сегодня над ее решением посвящено огромное количество исследований. В общем, для построения карты делается описание объектов рядом с роботом, определяются координаты этих объектов, объекты наносятся на карту, а когда робот снова оказывается в том же месте эти объекты распознаются по записанным признакам и вычисляются текущие координаты робота на карте. Для описания объектов одновременно используются всевозможные источники информации: профиль среды с лазерного дальномера и ультразвуковых датчиков, одиночное или стерео изображение объекта с телекамеры, информация о наличии препятствий с контактных датчиков, уточнение глобального положения по GPS и компасу, корректировка измерения малых смещений по относительным датчикам и т. д.

Преимущество такого подхода – получение абсолютной навигационной системы без накопления ошибки со временем в недетерминированной среде без необходимости установки дополнительного оборудования.

Но существует два взаимосвязанных недостатка. Первый недостаток – вычислительная сложность, которая к тому же увеличивается при увеличении размера карты. Отмечено, что SLAM – одна из фундаментальных задач робототехники, но большинство существующих сегодня решений не могут работать с картой больших размеров в основном из-за увеличения вычислительной сложности, которое усугубляется появлением неопределенностей при увеличении карты. Под «большой картой» здесь понимается относительно небольшое пространство как футбольное поле.

Появление неопределенностей связано с тем, что не всегда удается выделить, описать и в дальнейшем узнать объекты. Эта проблема проявляется особенно остро, если система накопила некоторую ошибку и находится рядом с однотипными объектами, которые сложно отличить друг от друга, например, когда робот движется по дороге рядом с деревьями. Объекты на карте могут быть похожи друг на друга. Для нахождения таких объектов в неблагоприятной для SLAM среде нужно применять более и более сложные алгоритмы обработки данных с датчиков, что усугубляется при увеличении карты. В итоге, робот либо ориентируется по ограниченному количеству объектов с низкой точностью, либо не может быстро передвигаться и строить большую карту. Вторым недостаток – чувствительность к изменениям в среде. Этот недостаток связан с первым. Если применять сложные алгоритмы обработки информации и описывать как можно больше окружающих объектов, изучать пространство со всех ракурсов, то даже существенные изменения в среде могут быть корректно обработаны при возвращении в ту же точку. Но из-за вычислительной сложности и ограниченности рабочей области датчиков, особенно телекамер, при прямолинейном движении без остановок и дополнительных движений удастся описать ограниченное количество объектов. Поэтому реализации SLAM реального времени оказываются чувствительны к изменениям в среде. Из этих недостатков вытекает еще один: SLAM затруднен, если требуется возвращаться с полным разворотом, если необходимо использовать датчики впереди робота.

При движении за оператором робот с помощью лазерного дальномера и телекамеры строит карту местности итеративным алгоритмом ближайших точек с дополнительной фильтрацией движущихся объектов. Возвращение осуществляется по построенной карте, которая сравнивается с наблюдаемой сценой с применением теории потенциалов. При прямолинейном движении такие статические ориентиры возможно запомнить только в поле зрения телекамеры и дальномера. Угол обзора дальномера (около 180°) позволяет найти такие ориентиры, но по визуальной информации в таком случае описываются только объекты впереди робота.

Недостатки визуального SLAM по сравнению с визуальной одометрией следующие. Во-первых, размер карты SLAM ограничен. С увеличением карты возрастает не только необходимый для ее хранения объем памяти, но и время каждой итерации сравнения наблюдаемой и сохраненной сцены. Во-вторых, при построении карты в каждой сцене используется всего 10-15 особенностей. Количество особенностей, которые распознаются на обратном пути меньше. При изменениях в среде количество распознаваемых особенностей еще меньше, поэтому точность снижается. Более того, эти особенности могут быть перепутаны. Визуальный одометр анализирует положения сотни особых точек, поэтому на коротких участках дает лучшую точность и может работать, даже если сцена полностью изменилась.

Сопоставляя два изображения можно находить трехмерные координаты точек пространства. Идея алгоритма визуальной одометрии заключается в том,

чтобы выделять на стереоизображениях набор точек, обладающих определенным свойством, например, неровности на асфальте и т. п., и наблюдать их изменение положения, а затем пересчитывать это изменение в смещение и угол поворота транспортного робота (рис.1).

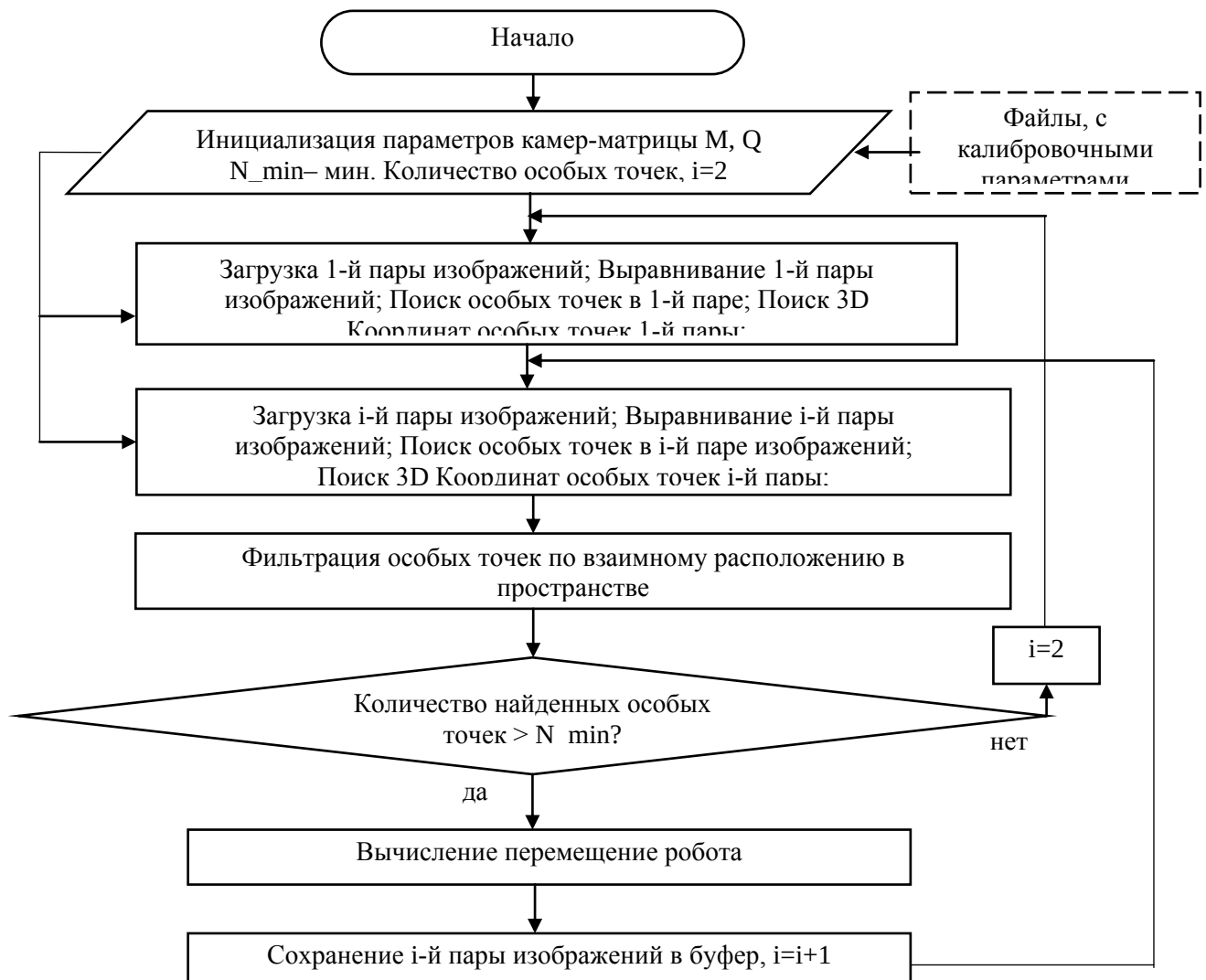


Рис.1. Алгоритм визуальной одометрии

Литература

Применение ансамбльного фильтра Калмана для оценки положения автомобиля-робота / Т.Н. Нгуен, Ю.С. Глазунова, С.А. Голь, В.С. Леушкин // Вестник рязанского государственного радиотехнического университета № 4 (вып. 46), Ч.3. – Рязань: РГРТУ, 2013. – С.23 – 28.
Dolgov, D.; Thrun, S.; Montemerlo, M. & Diebel, J. Path Planning for Autonomous Vehicles in Unknown Semi-structured Environments. I. J. Robotic Res., 29, 485-501., 2010.

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЯ AUDI SQ7

Базою для електричного і електронного обладнання цієї моделі служить Audi Q7 (модель 4M). Нові блоки управління і компоненти, а також нові адаптації компонентів, вже відомих по Audi Q7, пов'язані з встановлюваним в Audi SQ7 двигуном і з системою стабілізації крену (рисунок).

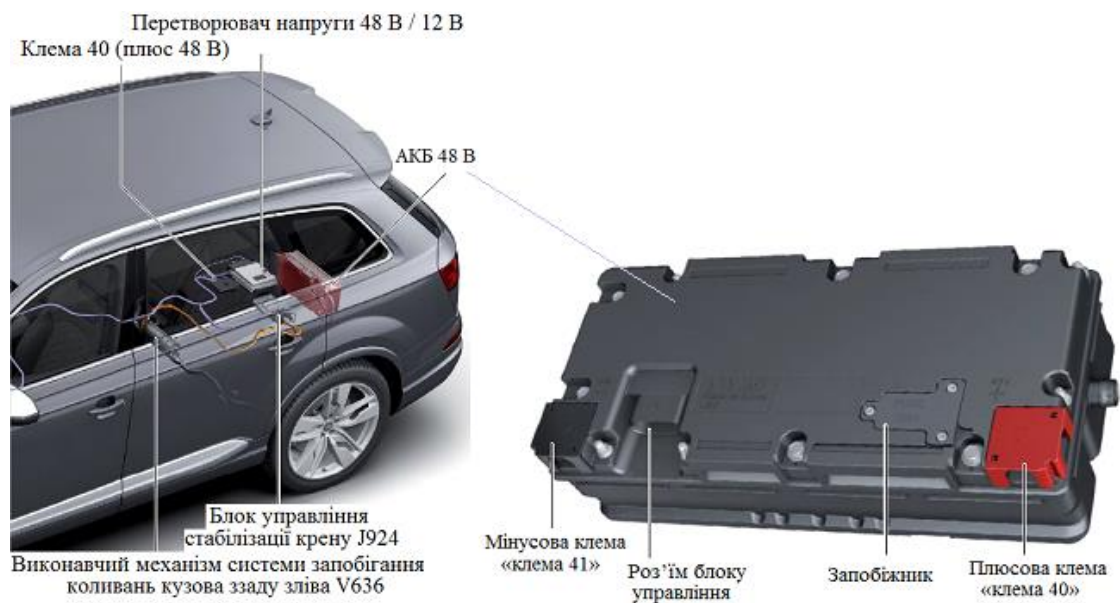


Рисунок – Нові блоки управління і компоненти Audi SQ7

Блоки управління, що додатково використовуються в електрообладнанні автомобіля Audi SQ7: блок управління нагнітача з електроприводом; блок управління опор силового агрегату; блок управління створення шуму роботи двигуна; блок управління блокування диференціала; літій-іонна АКБ, 48 В А6; перетворювач напруги 48 В / 12 В; блок управління стабілізації крену; виконавчий механізм системи запобігання коливань кузова; блок управління стабілізації крену.

Літій-іонна АКБ напругою 48 В забезпечує певні компоненти постійною напругою 48 В. Необхідність в бортовий підмережі 48 В пояснюється підвищеним споживанням електроенергії нагнітачем з електричним приводом (EAV), а також функцією електромеханічної активної стабілізації крену. АКБ 48 В в Audi SQ7 встановлюється в багажному відсіку. Зарядка АКБ 48 В здійснюється від перетворювача напруги, який отримує живлення або від генератора, або від стороннього зарядного пристрою напругою 12 В. Підключення зарядного пристрою безпосередньо до АКБ 48 В не передбачено. Термін служби АКБ розрахований на весь термін служби автомобіля.

Перетворювач напруги 48 В / 12 В являє собою перетворювач напруги двосторонньої дії. Варіанти режимів роботи системи живлення (перетворювача напруги 48 В / 12 В, АКБ 12 В, АКБ 48 В) зведені до таблиці.

Таблиця 1.1 – Варіанти режимів роботи системи живлення

АКБ 12 В	АКБ 48	Режим роботи
Заряджається	Заряджається	Генератор подає напругу 12 В, заряджає АКБ 12 В і забезпечує живлення перетворювача напруги, який перетворює цю напругу в 48 В і заряджає АКБ 48 В
Розряджається	Заряджається	АКБ 12 В розряджається. Перетворювач напруги створює напругу 48 В і заряджає АКБ 48 В. Коли створюється загроза того, що двигун автомобіля не зможе більше запуститися, перетворювач напруги вимикається
Заряджається	Заряджається	Розпізнано зарядний пристрій – зарядний пристрій 12 В заряджає АКБ 12 В. Перетворювач напруги створює напругу 48 В і заряджає АКБ 48 В.
Заряджається	Не заряджається	Якщо потужність зарядного пристрою настільки мала, що його зарядного струму не вистачає для АКБ 12 В, то в цьому циклі клеми 15 перетворювача напруга не створює напругу 48 В і АКБ 48 В тим самим не заряджається
Заряджається	Заряджається (при необхідності)	Розпізнано зарядний пристрій – зарядний пристрій 12 В заряджає АКБ 12 В. Перетворювач напруги при необхідності створює напругу 48 В і заряджає АКБ 48 В
Підтримується	Розряджається	Спеціальний режим: при падінні напруги в бортовій мережі 12 В перетворювач напруги може перетворювати напругу 48 В у напругу 12 В для підтримки АКБ 12 В
Заряджається	Від'єднана	АКБ 48 В «від'єднана». АКБ 12 В розряджається відповідно до споживання електроустаткування автомобіля струмом спокою

В області систем комфорту Audi SQ7 отримує наступні комплектації:

- аналогова комбінація приладів з сірими шкалами і білими стрілками, з логотипом SQ7 (базова комплектація);
- віртуальна приладова панель Audi virtual cockpit, зі спеціальним режимом SQ7: індикатор Boost (опція);
- проекційний дисплей (опція);
- третій ряд сидінь, складаються в підлогу багажного відсіку електроприводом (опція);
- базова комплектація: електропривод кришки багажного відсіку (базова комплектація);
- спортивні сидіння, з оббивкою з матеріалу Alcantara і шкіри, опція: також шкіра Valcona (базова комплектація);
- спортивні сидіння plus з оббивкою зі шкіри Valcona, з електроприводом регулювань положення, пам'яттю і пневматичним приводом бічної підтримки на подушці і спинці, з регульованими підголівниками (опція);
- світлодіодне освітлення салону, опція: пакет освітлення або естетична підсвічування (базова комплектація);

- естетична підсвічування, що включає: підсвічування накладок порогів з написом SQ7, додаткове підсвічування контурів на центральній консолі, що регулюється в 32 кольорах, профіль підсвічування Спорт, червоно-білий, на додаток до вже відомих по Audi Q7 трьом кольоровим систем.

Система асистентів допомоги водієві набуває все більшого значення в галузі автомобілебудування. За останні роки в автомобілі знайшло своє застосування безліч інноваційних рішень. Тільки з моменту введення на ринок Audi Q7 лінійка даної моделі доповнилася паркувальним автопілотом, асистентом нічного бачення, асистентом зміни смуги руху, асистентом руху по смузі і камерою заднього виду, тощо.

У автомобіля Audi SQ7 в якості опції пропонується паркувальний автопілот третього покоління. Ця нова система надає активну допомогу водієві при парковці автомобіля заднім ходом і самостійно повертає кермо, вирівнюючи автомобіль паралельно проїжджій частині. Третє покоління має наступні відмінності від попереднього покоління автомобілів:

- графічна індикація при заїзді на паркувальне місце відображається тепер не в комбінації приладів, а на дисплеї головного пристрою (MMI);

- розпізнає вільне місце для паркування (поздовжнє або поперечне) показується в одному зображенні на дисплеї MMI. Водієві не потрібно тепер перемикатися між режимами парковки натисканням клавіші паркувального автопілота;

- підтримується новий сценарій парковки: заїзд переднім ходом на поперечне паркувальне місце. Водій може скористатися підтримкою системи як проїхавши спочатку повз відповідного поперечного паркувального місця, так і при безпосередньому заїзді на таке місце для паркування, якщо заїзд не виходить завершити в один прийом.

У Audi SQ7 пропонується асистент нічного бачення. Він являє собою допоміжну систему, яка допомагає водієві своєчасно розпізнавати небезпеку при русі в темний час доби. Система формує теплове зображення простору попереду автомобіля і відображає його на дисплеї в комбінації приладів. Для реєстрації теплового зображення використовується інфрачервона камера, встановлена в кільцях Audi на решітці радіатора/

Адаптивний круїз-контроль (ACC, Adaptive Cruise Control) є однією з базових систем електрообладнання автомобілів. Коли смуга руху автомобіля вільна, система підтримує встановлену водієм швидкість, тобто діє аналогічно звичайному круїз-контролю. Якщо ж транспортний засіб, що рухається попереду з меншою швидкістю, робить рух із встановленою швидкістю неможливим, адаптивний круїз-контроль підтримує до цього транспортного засобу задану водієм дистанцію. При необхідності система уповільнює автомобіль за рахунок зменшення крутного моменту двигуна, перемикає на нижчу передачу (на автомобілях з АКП) і / або використання гальм. У деяких ситуаціях потрібно і активне гальмування автомобіля водієм (натискання на педаль гальма), в цих випадках система видає відповідні візуальні і звукові підказки.

Гнатов Андрій Вікторович, д.т.н., професор, kalifus76@gmail.com
Аргун Щасяна Валіковна, к.т.н., доцент
Гнатова Ганна Андріївна, студент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

СВІТЛОДІОДНА ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА ТА АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ РУХОМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Сучасні дороги – це вже не просто якісне та надійне дорожнє покриття – це складна електрична система, яка не тільки забезпечує своє функціонування, а є альтернативними та децентралізованими джерелами «чистої» електричної енергії. Така система здатна слідкувати за безпекою дорожнього руху та попереджати його учасників щодо різного роду ситуацій, умов та ексцедентів на дорозі. Такі дороги – «Розумні дороги» – не пострибують звичайного обслуговування взимку, бо вони самі здатні прибрати сніг та обледеніння. І це лише тільки мала частина їх функцій [1]. Отже, цілком зрозуміло, що за такими дорогами майбутнє. Звичайно, вони не можуть бути одночасно впровадженні у використання. Це обумовлено їх складністю, технологічністю та, особливо, фінансовою стороною цього питання. Але ж це безпека для всіх учасників дорожнього руху, це ефективне управління дорожнім рухом, це екологічно чисті технології, це нові потужні відновлювальні джерела електричної енергії («зелені» джерела енергії). Все це обумовлює актуальність розроблення та створення таких нових доріг [1, 5-8].

Багатофункціональні панелі

Верхній шар дорожнього покриття пропонується замінити на спеціальні багатофункціональні панелі. Такі панелі у своєму складі мають світлодіоди, які й здатні утворювати чи змінювати (у відповідності до дорожніх умов) світлодіодну дорожню розмітку [9, 10].

Кожна панель (рис. 1) складається з трьох основних складових елементів. Перший – захисна верхня кришка з опорами. Вона виконана з високоміцного оргскла, з наклеєним з внутрішньої сторони електричним нагрівальним елементом у вигляді нагрівальних волокон. В основі опор встановлено п'єзоелектричні елементи, які в свою чергу так само здатні виробляти електрику при стисканні. Другий – блок сонячних батарей зі світлодіодами. Третій – основа панелі з електронними платами управління і жолобом для кабельної проводки. Кілька сотен таких панелей приєднані на одну АКБ, яка знаходиться в технологічному відсіку, розташованому поруч під узбіччям, рис. 1.

В світлу частину доби сонячна енергія через сонячні батареї накопичується в АКБ на узбіччі дороги. Також енергія з панелей надходить від п'єзоелементів при проїзду по панелі автомобіля. В темну пору доби накопичена енергія з АКБ витрачається на роботу самої панелі та на світлодіоди, які прорисовують динамічну дорожню розмітку та підсвічують (у разі необхідності) визначені частини дороги. Надлишок електричної енергії йде до інших споживачів

електроенергії. Побудована таким чином «Розумна дорога» здатна проводити динамічне підсвічування дороги перед автомобілем. Це визначається програмним забезпеченням панелі в разі потреби.

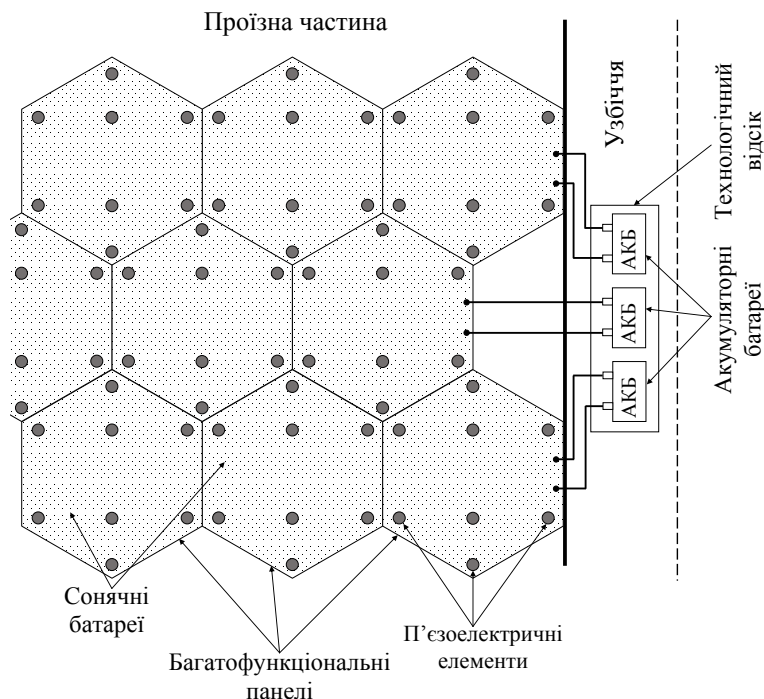


Рис. 1. Схема багатофункціональних панелей дорожнього покриття при їх встановленні на проїзній частині дороги

В опори верхньої кришки встановлено п'єзоелементи, що генерують енергію при натисканні та передають сигнал про те, що панель знаходиться під навантаженням. По величині значення сигналу визначається вага автотранспортного засобу.

Дорожня розмітка

Дорожня розмітка виконується з світлодіодів різного кольору, що дозволяє прорисовувати будь-яку дорожню розмітку в певній частині проїзної частини у відповідності з заданою програмою керування рухом автотранспортних засобів. [13].

На рис. 2,а показано схему виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів. На рис. 2,б показано схему зміни дорожньої розмітки [9, 10].

При зміні дорожніх умов у відповідності до програми виконується автоматичне перемикання світлодіодів таким чином, що вони прорисовують нову дорожню розмітку з відповідним кольором ліній. Вмикання різних світлодіодів дає змогу програмним способом забезпечувати, як різний колір дорожньої розмітки, так і різні її геометричні параметри (довжина та ширина ліній розмітки, тип лінії розмітки тощо). Змінюючи програмним способом інтенсивність випромінювання світла світлодіодів забезпечується гарна

видимість дорожньої розмітки, як у будь-яку пору доби, так і в умовах обмеженої видимості. При цьому, у світлу частину доби електрична енергія для світлодіодної прорисовки дорожньої розмітки надходить від сонячних батарей у багатофункціональних панелях дорожнього покриття, а в темну частину доби – від акумуляторних батарей (АКБ), що знаходяться в технологічному відсіку на узбіччі дороги.

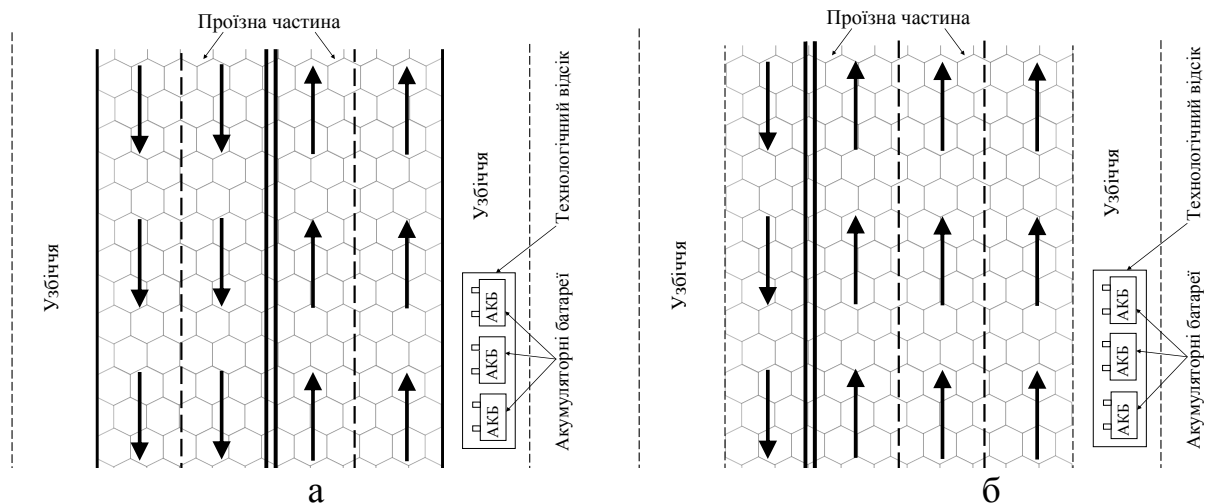


Рис. 2. Схему виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів: а – дорожня розмітка до регулювання; б – дорожня розмітка після регулювання

Висновки

Таким чином, запропонований спосіб виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів дозволяє автоматично прорисовувати будь-яку дорожню розмітку, оперативно проводити її зміну та налаштування, забезпечити її гарну видимість у будь-яку пору доби та у будь-які погодні умови. Все це значно підвищить безпеку дорожнього руху та оперативність керування транспортними засобами.

Література

1. Andrey Gnatov. Smart Road as a Complex System of Electric Power Generation / Andrey Gnatov, Shchasyana Argun, Natalia Rudenko // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) – May 29 – June 2, 2017. – Kyiv, Ukraine – P. 457–461.
2. Гнатів А. В. Умні дороги, як основа ресурсозберігаючих технологій в транспортній інфраструктурі / А. В. Гнатів, І. В. Аргун, О. Р. Киценко // Вісник ПДТУ. – 2017. – Вип. 35. Сер.: Технічні науки – С. 245-252.
3. Welcome to Solar Roadways. 2016. Available online: <http://www.solarroadways.com>.
4. Пат. 110808 України, E01C5/00, E01C17/00. Автоматична дорожня розмітка для керування рухом транспортних засобів / Гнатів А.В., Аргун І.В., Гнатова Г.А., Киценко О.Р.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. ун.-т., Гнатів А.В., Аргун І.В. – № u 2016 03334; заявл. 31.03.2016; опубл. 25.10.2016, Бюл. №20.

Гого Володимир Бейлович, д.т.н., професор, e-mail: gogo40401@rambler.ru
Михайлов Олексій Ігорович, студент магістратури,
e-mail: Alex.Mihaylov1996@yandex.ua
Індустріальний інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний
університет»

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Актуальність дослідження зумовлено тим, що для прогресивного розвитку сучасної України велике значення має визначення напрямку впровадження екологічно чистих джерел енергії для транспортних засобів. Відомо, що основний недолік сучасних автомобілів з ДВЗ є шкідливі викиди небезпечних сполук, а також низька ефективність ККД. До того ж, це доповнюють технічно застарілі кислотні та лужні акумуляторні батареї (далі – АКБ), що застосовують на автомобілях [1].

Сутність наукової задачі, щодо досліджується, полягає у визначенні ефективного напрямку розвитку автономних джерел електричної енергії стосовно транспортних засобів в Україні як екологічно чистих, на основі застосування елементів нікель-водневих (NiH_2), літій-іонних (Li-ion), літій-силіційованих (Li-Si) та акумуляторних батарей Tesla [2-7].

Концепція дослідження - комплексно застосувати властивості джерел електричної енергії з елементами NiH_2 , Li-ion та інших типів як накопичувачів щільних електричний заряд, особливо Li-ion АКБ з визначальними факторами електричної ємності, електричної напруги, температурної чутливості, терміну експлуатації, ККД, безпечності тощо.

Мета дослідження обґрунтувати напрям для вибору ефективних екологічно чистих джерел електричної енергії (ЕЧДЕЕ) для розвитку транспортних засобів в Україні.

Наукові завдання

1. Проаналізувати інформацію стосовно новітніх джерел електричної енергії для транспорту як ЕЧДЕЕ для умов в Україні.
2. Обґрунтувати раціональні показники ЕЧДЕЕ для електротранспорту.

Об'єктом дослідження є системи ЕЧДЕЕ для транспорту.

Предметом дослідження є новітні типи АКБ як ЕЧДЕЕ для транспорту в умовах України.

Аналітична частина роботи

1. Відомо, що Li-ion АКБ на даний час є ефективними для електронних пристроїв та перспективними в плані джерел електричної енергії для транспорту. Носіями струму в них є іони літію. Матеріал електродів дуже часто змінюється разом з вдосконаленням технології. На початковому етапі розробок для катоду використовувався літій, а потім його замінили графітом. Для аноду використовувалися оксиди літію, в які додавали Mn і Co . В сучасних елементах Li-ion АКБ їх замінюють нетоксичними Li-Fe-PO_4 сплавами [2].

Головні переваги Li-ion АКБ у порівнянні з іншими АКБ:

- велика питома електрична ємність (ємність на одиницю маси АКБ);
- напруга одного елемента більше, ніж у інших АКБ – 4 В проти 2 В;
- низький показник саморозряду;
- швидка зарядка може компенсувати недоліки Li-ion АКБ [3].

Li-Si АКБ є дуже перспективними ЕЧДЄЕ для транспорту України в порівнянні з іншими ЕЧДЄЕ. Електролітом в них використовується Li-ion, але кремнієва основа анодів буде ефективнішою [4].

Головні переваги Li-Si АКБ в порівнянні з іншими АКБ є такі:

- електрична ємність Li-Si АКБ в 10 разів більше, ніж у сучасних АКБ;
- більш висока питома електрична ємність, яка досягає до 4200 мА·год/г;
- пористий кремній в аноді збільшує ефективність Li-Si АКБ до 50%, може накопичувати більше літію, ніж інший елемент в аноді іншого АКБ, в результаті досягнуте збільшення зарядної електричної ємності до 350 Вт·год/кг;
- більш низький ступінь саморозряду [4].

NiH₂ АКБ, за нашим переконанням є більш перспективними ЕЧДЄЕ для транспорту України у порівнянні з іншими джерелами. Вони об'єднують в собі нікелевий анод Ni-Cd елемента і катод каталізатору з газ-дифузійною частиною Ni-Cd елемента. Розряд водню під тиском взаємодіє з киснем NiOCl електроду. Вода вивільняється, але концентрація електроліту не змінюється [5].

Головні переваги NiH₂ АКБ у порівнянні з іншими АКБ:

- дуже високий термін експлуатації, навіть при глибоких циклах розряду;
- стійкість до оточуючих впливів з низьким показником корозії;
- мінімальний саморозряд, діапазон робочих температур – -28÷54 °С;
- NiH₂ АКБ мають високими електричними властивостями для накопичення електричної енергії для транспорту, у тому числі й космічних апаратів [6].

АКБ Tesla з енергоресурсом 85 кВт·год і напругою 400В має число елементів-осередків 7104 штук. Загальна маса АКБ у зборі – 540 кг, довжина – 210 см, ширина – 150 см, товщина – 15 см. Заряду Tesla АКБ з енергоресурсом 85 кВт·год вистачає на 426 км пробігу автомобіля «Тесла Model S». Батарейний відсік Tesla АКБ має 16 великих окремих блоків, з'єднаних паралельно і надійно захищених від зовнішнього середовища металевими пластинами. Віддача енергії від одного блоку дорівнює приблизно 100 АКБ ноутбука середнього рівня. Анодом у АКБ Тесла є графіт, а катодом є Ni, Co, Al₂O₃ [7].

Головні переваги АКБ Tesla у порівнянні з іншими АКБ:

- високий енергоресурс (85 кВт·год), напруга однієї капсули – 3,6 В;
- капсули Li-ion осередків Panasonic 18650 у складі АКБ мають масу 46 г;
- заряд АКБ може розігнати електромобіль від 0 до 100 км/год за 4,4 с;
- електрична ємність Tesla АКБ керується програмно [7].

Практичне значення отриманих результатів полягає у обґрунтованому прийнятті рішення щодо автономного джерела електричної енергії на основі здійсненого аналізу для підвищення ефективності транспорту в Україні з метою застосування нових ЕЧДЄЕ.

Очікуваний ефект від отриманих результатів досягається шляхом використання NiH_2 , Li-ion, Li-Si АКБ та Tesla АКБ для транспорту України, що не буде спричиняти шкоди навколишньому середовищу.

Узагальнення результатів дослідження

1. Умовою для підвищення ефективності транспорту в Україні є повна заміна його на електричний із застосуванням АКБ NiH_2 , Li-ion, Li-Si та Tesla.

2. Ефективність обраних ЕЧДЕЕ зростає в межах збільшення електричної ємності, електричної напруги, ККД, терміну експлуатації, та зменшення температурної чутливості, а також в підвищенні безпечності роботи.

Загальні висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, ЕЧДЕЕ має бути енергетичною основою для модернізації транспорту в Україні. Для підвищення його енергетичної ефективності планується продовжити дослідження, особливо стосовно NiH_2 , Li-ion, Li-Si та Tesla АКБ.

Література

1. Види сучасних акумуляторів для автомобілів і перспективи розвитку: [AkbInfo.ru] / О. О. Прохоров // Інформаційний сайт про акумулятори – 2018. – №1 – С. 1-3 – Режим доступу до роботи: <http://akbinfo.ru/ustrojstvo/vidy-akkumulyatorov-dlya-avtomobilej.html#i-8>
2. Сучасні літій-іонні батареї: [Infonova] / О. О. Прохоров // Технологія – 2013. – №2 – С.1 – Режим доступу до матеріалу: <https://infonova.org.ua/technology/suchasni-litij-ionni-batareyi-navchylys-povnistyu-zaryadzhaty-za-16-khv.html>
3. Ефективні акумулятори: [IChip] / О. О. Прохоров // Акумулятори нового покоління – 2015. – №3 – С. 1-2 – Режим доступу до матеріалу: <https://ichip.ru/akkumulyatory-novogo-pokoleniya.html/2>
4. Акумулятори на основі нікелю: [Best-energy] / О. А. Абрамова // Акумуляторні батареї – 2016. – №6 – С. 2-6 – Режим доступу до матеріалу: <https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-203#battery-bu-203-020>
5. Нікель-водневий акумулятор: [Вікіпедія] / А. Циммерманн // Практика нікель-водних батарей – 2018. – №9 – С. 20 – Режим доступу до матеріалу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Никель-водородный_аккумулятор
6. Батарея для Tesla Model S: [Drive2] / Р. Уррако // Батарея для Tesla Model S – 2018. – №1 – С. 1-5 – Режим доступу до журн.: <https://www.drive2.ru/b/1978720/>
7. Програмне збільшення батареї Tesla: [ITCua] / В. В. Карпусь // Новини електромобілів Tesla Model S – 2016. – №23 – С. 4 – Режим доступу до журн.: <https://itc.ua/news/v-elektromobile-tesla-model-s-70-mozhno-programmno-uvlichit-dostupnuyu-yomkost-batarei-vsego-za-3250/>

Желновач Ганна Миколаївна, к.т.н., доцент, e-mail: zhelnovach84@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ДОВКІЛЛЯ

Автотранспортне підприємство (АТП) являє собою організацію, яка здійснює перевезення автомобільним транспортом, а також зберігання, технічне обслуговування та ремонт рухомого складу [1]. Під час свого функціонування

воно впливає на якість атмосферного повітря, є джерелом утворення відходів та стічних вод.

Аналіз літературних джерел [2] дозволив встановити, що основні впливи від господарської діяльності автотранспортних підприємств припадають на атмосферне повітря. Джерелами забруднення є технологічне обладнання, склади з технологічними матеріалами та паливно-мастильними матеріалами, ділянки і цехи з обслуговування та ремонту автомобілів, а також автотранспортні засоби, які пересуваються територією АТП [3].

Стічні води на АТП утворюються в результаті використання свіже забраної води в миючих установках для зовнішнього миття автомобілів та їх агрегатів, на фарбувальних ділянках, а також дощові води, які утворюють поверхневий стік з території АТП. Основними забруднювачами стічних вод підприємства є нафтопродукти, поверхнево-активні речовини миючих засобів, залишки фарби та розчинників, а також пісок, глина та інші тверді частинки. Для забезпечення захисту довкілля стічні води автопідприємства повинні проходити очищення на очисних спорудах [1, 3].

У процесі експлуатації, технічного обслуговування та ремонту рухомого складу автотранспорту на АТП утворюються промислові відходи, які за певних умов чинять шкідливий вплив на довкілля. До відходів АТП 1 класу небезпеки відносяться ртутні лампи, люмінесцентні, ртутьвміщуючі трубки відпрацьовані, до відходів 2 класу – акумулятори свинцеві відпрацьовані неушкоджені, з незлитим електролітом.

Отже, автотранспортні підприємства під час своєї експлуатації є джерелом екологічної небезпеки для довкілля за рахунок забруднення атмосферного повітря, утворення відходів та стічних вод, забруднених речовинами 1, 2 та 3 класів небезпеки.

Література

1. Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО. / Напольский Г.М. – М. :Транспорт, 1993. – 272с.
2. Федотова І.В. Оцінювання рівня екологічної безпеки автотранспортного підприємства / Федотова І.В. // Економіка транспортного комплексу. – Вип. 29, 2017. – С. 30-40.
3. Волков В.П. Проектирование предприятий автомобильного транспорта : Учебное пособие / Волков В.П., Белоусов Е.В., Шпаков В.И., Рудометкин В.П., Савчук В.П., Мармут И.А., Кривошапов С.И. – Харьков : ХНАДУ, 2008 – 566 с.

СУЧАСНІ ПРИНЦИПИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Зростання автомобілізації суспільства веде до таких проблем, як пробки, забруднення повітря, збільшення споживання енергії. Однак сучасне суспільство вже негативно сприймає організацію логістичних ланцюгів постачань, якщо вони збільшують забруднення навколишнього середовища. Відповідно і логістичний бізнес все більш активно займається екологічними питаннями. Адже на зміну ринкових концепцій розвитку бізнесу, включаючи транспортно-логістичний, приходить концепція сталого розвитку (sustainable development), яка враховує не тільки економічні та соціальні фактори в системі показників природокористувачів, але також і екологічні. У зв'язку з цим потрібно екологічне коригування показників транспортної галузі.

Сталий розвиток передбачає, з одного боку, створення стійкої економіки, яка задовольнить потреби людини без видобутку ресурсів або виробництва відходів, що перевищують регенеративну здатність довкілля, з іншого, створення соціальних інститутів, що гарантують безпеку і можливість соціального, інтелектуального і духовного зростання.

Концепція сталого розвитку та охорона навколишнього середовища належать до тих тем, які найбільшою мірою хвилюють сьогодні суспільство, економіку і, транспорт у тому числі. Останніми роками в роботах науковців активно досліджується потенційний позитивний ефект від використання стандартів при інвестиціях в роботу транспорту, нешкідливу для навколишнього середовища. Аналізується залежності між логістикою, ефективністю системи постачань і відповідністю стандартам якості [1, 3, 4].

В практичній діяльності використовуються ефективні та екологічно безпечні проекти й рішення, здатні забезпечити сталий розвиток транспортних систем. Так, ЮНЕП разом з фондом «Міжнародна автомобільна федерація» (ФІА) і Міжнародним транспортним форумом в рамках Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) ініціювала кампанію «на 50 до 50-го», метою якої є підвищення ефективності світового автопарку щонайменше на 50 відсотків до 2050 року. Одним зі шляхів досягнення поставленої мети стала концепція «Avoid - Shift - Improve» («Скорочення - Перехід - Удосконалення»), яка спрямована на зниження споживання енергії, викидів, заторів і числа ДТП з кінцевою метою створення міст, більш придатних для життя:

1. Скорочення числа поїздок і відстаней між точками формування й тяжіння пасажиропотоків шляхом оптимізації землекористування, а також перерозподілу транспортних потоків таким чином, щоб знизити навантаження на проблемних ділянках в години пік.

Цей принцип ґрунтується на зміні парадигми у сфері планування та стимулювання компактних міст як засіб підвищення доступності й зниження потреби в транспорті в цілому. Крім того екологічна ефективність забезпечується також заміною автобусів на дизельному паливі більш екологічними автобусами, які працюють на метані.

2. Перехід на більш екологічно ефективні види транспорту, такі як громадський та немоторизований транспорт для пасажирів і рейковий та водний транспорт – для вантажів. У Доповіді про безпеку дорожнього руху в світі 2015 [2] зазначається, що просування до більш стійких видів транспорту, таких як громадський та велосипедний, несе позитивний вплив за умови регулювання пов'язаних з безпекою дорожнього руху наслідків. Такі наслідки включають підвищення рівнів фізичної активності, зниження викидів і рівнів шуму, зменшення дорожніх «пробок» і підвищення комфортності міського середовища.

До того ж, заходи з просування безпечного громадського транспорту та немоторизованих транспортних засобів співзвучні глобальним зусиллям з боротьби з ожирінням і зменшенням тягаря неінфекційних захворювань (таких, як хвороби серця і діабет).

3. Удосконалення використовуваних технологій для зменшення негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище. Цей принцип охоплює зниження маси транспортного засобу; використання автотранспорту, що працює на альтернативних видах палива; нормування викидів транспортного засобу на законодавчому рівні; а також перехід до інтелектуальних транспортних систем (ІТС), які використовують переваги інформаційних і комунікаційних технологій для покращення управління транспортною системою.

Отже, розвиток транспортної системи міста відповідно до визначених вище принципів відповідає концепції сталого розвитку, та сприяє зниженню залежності населення від особистих транспортних засобів і підвищенню використання систем громадського і немоторизованих видів транспорту як на короткі відстані, так і для щоденних поїздок на роботу.

Література

1. Angheluta A. Sustainable go-green logistics solutions for Istanbul metropolis / A. Angheluta // Transport problems. – 2011. – № 4. – P. 59-67.
2. Global status report on road safety 2015 [Електронный ресурс] / World ealth Organization. – 2015. – Режим доступу: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/GSRRS2015_Summary_EN_final2.pdf?ua=1
3. Gunter E. Okologieorientiertes Management / E. Gunter //Lucius und Lucius, 2008. – 388 р.
4. Sladkowski A. Actual problems of logistics / A. Sladkowski. – Katowice. – 2012 . – P. 28-29.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Акумуляторні батареї електромобілів можуть експлуатуватися в досить широкому діапазоні температур, але їх зарядка є процесом, котрий потребує особливих умов і уваги. Вкрай низька або надмірна температура зменшують здатність до зарядки, отже, важливим аспектом ефективності зарядного процесу є забезпечення помірної температури акумулятора і навколишнього простору. Саме на це треба звернути увагу і обрати оптимальне рішення даної проблеми перегріву і переохолодження акумуляторних батарей.

Метою роботи є Підвищення ефективності зарядного процесу акумуляторних батарей шляхом реалізації електронної системи контролю та стабілізації температурного режиму роботи з використанням в якості терморегулюючих елементів термоелектричних напівпровідникових перетворювачів. Для досягнення поставленої мети була запропонована схема стабілізації температурного режиму тягової акумуляторної батареї з управлінням на базі мікроконтролера, який безпосередньо контролює температуру акумулятора та регулює її у різних режимах за допомогою термоелектричних напівпровідникових перетворювачів.

Термоелектричні модулі Пельтьє є оборотними, тобто при зміні полярності постійного струму гаряча і холодна пластини міняються місцями. Це дає можливість використовувати модуль в режимі термореверсування - використовувати один і той самий елемент як для підігріву, так і для охолодження за допомогою зміни напрямку протікаючого струму. Як уже зазначалося, ступінь охолодження пропорційна величині струму, що проходить через термоелектричний перетворювач, що дозволяє при необхідності плавно регулювати температуру охолоджуваного об'єкта, причому з високою точністю.

Для вирішення задачі температурної стабілізації тягової акумуляторної батареї за допомогою термоелектричних модулів Пельтьє була запропонована наступна структурна схема системи контролю та управління температурою (рис.1).

Вона складається з мікроконтролера, блоку управління та індикації, CAN-трансивера, датчиків температури, модулів Пельтьє і схеми управління термоелектричними модулями на імпульсному стабілізаторі струму і мостовій схемі.

При здійсненні зарядки акумуляторної батареї, система визначає температурні умови, якщо температура значно зменшується (приблизно -20°C (-4°F) в батарейному блоці, система управління температурою автоматично активує встановлені на поверхні акумуляторного модуля термоелектричні

модулі Пельтьє (ТЕМ) для здійснення підігріву з метою поліпшення зарядного процесу.

Головним управляючим органом виступає мікроконтролер, який за допомогою датчиків температури акумуляторної батареї (ДТАБ) і температури навколишнього середовища (ДТНС) визначає необхідний режим роботи термоелектричних модулів. Мікроконтролер також має зв'язок з основною бортовою інформаційною системою автомобіля по CAN інтерфейсу, що дозволяє визначати поточний стан акумулятора, його ємність, напругу, та інше, це дає змогу прогнозувати температурний режим акумулятора та завчасно реагувати на нього відповідними управляючими сигналами.

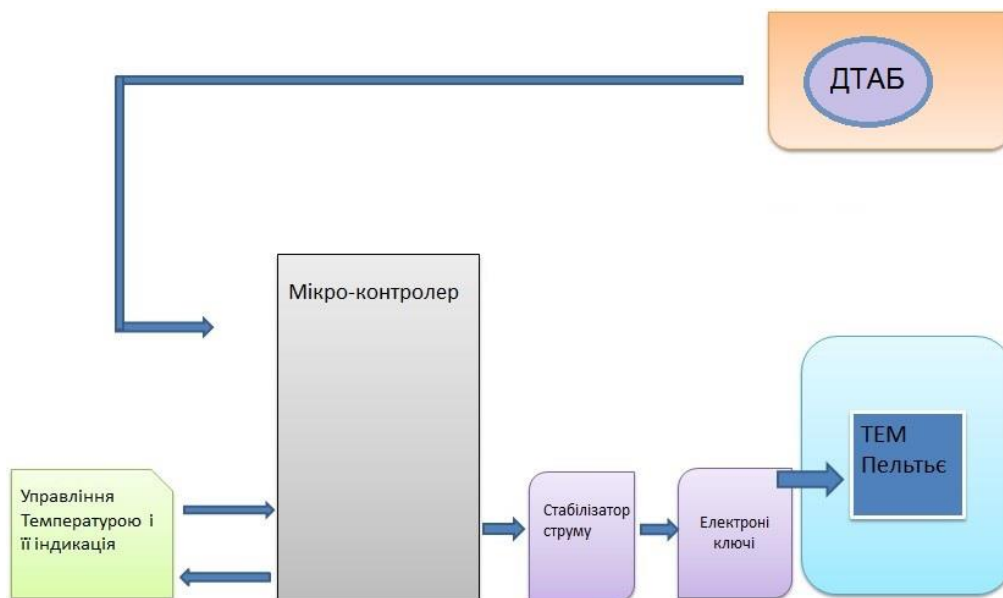


Рис.1 – Структурна схема системи контролю та управління температурою акумуляторної батареї

Крім того система має блок ручного управління та індикації, за допомогою якого система сповіщає водія про поточний температурний стан акумуляторної батареї та аварійний сигнал у випадку коли система не справляється з поставленою задачею.

Управління термоелектричними модулями здійснюється від бортового джерела живлення через імпульсний стабілізатор струму і мостовий транзисторний перетворювач. Стабілізатор струму дозволяє змінювати інтенсивність роботи термоелектричних модулів, а мостова схема виконує зміну полярності протікаючого через елементи струму, що дозволяє переходити від режиму підігріву до режиму охолодження в спекотну пору року.

Література

1. Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Гнатов А.В., Колесніков А.В. Гібридні автомобілі. - Харків, ХНАДУ, 2008.

2. Кашкаров А.О., Термoeлектричні модулі// URL: //radiopolyus.ru/spravka/274-element-pelte-karakteristiki-opisanie-primenenie

3. Андрущенко А.И., Основи технічної термодинаміки реальних процесів. 2002 – Вип.1(12).– С.35-54.

Марченко Антон Валерійович, аспірант, anton.marchenko.1994@gmail.com

Рудаков Артем Олегович, магістр

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЗАРЯДУ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Системи заряду високовольтних акумуляторних батарей підрозділяють за рівнями потужності, в США їх називають Level 1, Level 2, Level 3.

Системи заряду Level 1 – це найповільніша зарядка змінним струмом до 16 А та максимальної потужністю до 3,5 кВт. Для США струм 16 А обмежений напругою 120 В. При цьому максимальна потужність заряду складає 1,92 кВт. У середині типового зарядного пристрою знаходяться засоби захисту і регулювання струму, які замикають коло, тільки коли роз'єм застромлять в гніздо зарядки електромобіля.

У комплект кожного електромобіля входить стандартний зарядний пристрій Level 1, з одного боку якого знаходиться звичайна вилка, з іншого – коннектор відповідний до зарядного порту автомобіля (стандарт SAE J1772 в США).

Системи заряду Level 2 (рівень 2) дозволяє використовувати максимальну потужність до 7 кВт. Таким чином, струм заряду для електричної мережі 220 В може досягати 30 А. У домашньому виконанні ціна зарядок починається з \$ 500, у вуличному з \$ 1000.

У США стандарт SAE J1772 для більшої частини електромобілів використовує зарядки Level 1, 2. Але є у електромобіля Nissan Leaf передбачена і прискорена зарядка з використанням зарядної станції, що дозволяє зарядити акумулятор до 80 % за 25...30 хв.

Зарядки першого і другого рівня використовують змінний струм. В електромобілі, відповідно, розташовується зарядний пристрій, який випрямляє струм і заряджає акумуляторну батарею.

Системи заряду Level 3 (рівень 3) згідно стандарту SAE Combo допускає постійний струм з напругою 500 В і силою струму до 200 А, тобто потужність заряду складає 100 кВт, а згідно протоколу швидкої зарядки CHAdeMO, який застосовується у електромобілях Nissan Leaf, зарядний пристрій дозволяє максимальну потужність до 50 кВт.

Системи Level 3 для зарядки використовують частину коннекторів стандарту SAE J1772 (системи заряду Level 1, 2) для встановлення домовленості, але постійний струм передає по окремим коннекторам. Станцій швидкої зарядки для цього стандарту поки небагато, але у швидка зарядка для

роз'єму CHAdeMO підтримується для електромобілів Nissan, Mitsubishi, Toyota, Subaru. Всі інші виробники (Volkswagen, BMW, GM, Ford, тощо) будуть вкладатися в США в розвиток швидких зарядок SAE Combo.

У таблиці зведені розрахункові данні щодо терміну заряду високовольтних акумуляторних батарей за допомогою систем заряду різного рівня для різних електромобілів.

Таблиця – Розрахункові данні щодо терміну заряду батарей

Автомобіль	Nissan Leaf або Renault Fluence ZE	Tesla Model S 85	Renault ZOE	Застосування
Система заряду	24 кВт·год	85 кВт·год	22 кВт·год	
Level 1 220 В, до 16 А, до 3,5 кВт	6...7 год	24 год	6...7 год	Будинок, гараж, паркінг
Level 2 380 В, до 32 А, до 12,2 кВт	2...2,5 год	7 год	2 год	Сучасний приватний будинок, котедж
Зарядні станції ОККО, 22 кВт	1,5 год	4 год	1 год	Періодичний заряд у дорозі
Level 3 до 50 кВт, CHAdeMO або Supercharger	0,5 год до 80 % заряду	1,5 год до 80 % заряду	0,5 год до 80 % заряду	Швидкий заряд (в Україні немає)

Слід відмітити, що в найближчі кілька років зарядні пристрої Level 3 (моделі CHAdeMO або Supercharger) не знайдуть широко впровадження, тому що вони дорогі, складні, зношують батарею, вимагають стандартизації потужності. Наприклад, система заряду Supercharger компанії Tesla здатна видавати потужність 135 кВт в розрахунку на швидкий заряд енергоємних акумуляторних батарей (60...85-кВт·год). Але якщо спробувати зарядити від нього акумуляторну батарею електромобіля Nissan Leaf, то, по-перше, не підійде штекер, а по-друге, навіть якщо використовувати перехідник, то можна зруйнувати акумулятор: батарея не розрахована на таку величезну потужність.

В Європі схожа ситуація, стандарт IEC 62196 визначає наступні потужності зарядок:

- Mode 1 – 240 В, 16 А, той же Level 1, тільки в Європі електрична мережа 220 В, так що потужність в два рази вище;
- Mode 2 – 240 В, 32 А, той же Level 2;
- Mode 3 – 690 В, 3-фазний змінний струм, 63 А, тобто 43 кВт (частіше встановлюються зарядки з половиною від цього, 22 кВт), такого в США вже немає, це швидка зарядка змінним струмом;
- Mode 4 – швидка зарядка постійним струмом, допускає 600 В і до 400 А, тобто 240 кВт максимум, той же Level 3.

В деяких країнах місця парковок електромобілів оснастили зарядними станціями від сонячних батарей і вітрових генераторів. Так само існує спосіб заміни розрядженою батареєю електромобілів. Заміна батареї займає не більше 10 хв., даний спосіб є одним з найшвидших для продовження руху далі.

Мацей Р.О., канд. техн. наук, доцент, e-mail: matzey1946@ukr.net

Одеська державна академія будівництва і архітектури

Ковра О.В., старший викладач, e-mail: kov@oru.ua

Одеський Національний політехнічний університет

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ГІДРОНАСОСІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Автомобільна техніка спеціалізованого призначення і будівельно-дорожні машини грають значну роль в різних галузях промислового виробництва України. Область їх застосування розповсюджується на роботу у сфері нафтогазорозвідки і здобичі, в кар'єрах, при виробництві будівельно-монтажних робіт, а також у військових підрозділах різного цільового призначення. Як елементи приводних агрегатів у тому числі і механізмів підвищеної безпеки таких машин служать, зокрема, шестерінчасті насоси які використовують традиційне прямозубе евольвентне зачеплення з малим числом зубців, отож і малим коефіцієнтом сумарного перекриття. Широке застосування шестерінчастих насосів (НШ) в гідравлічних системах машин різного цільового призначення пояснюється простотою і компактністю їх конструкції, надійністю, малою трудомісткістю виготовлення. Проте разом з перевагами, НШ мають недоліки, одним з яких є значний рівень шуму, що сприяє підвищеній стомлюваності оператора машини, в якій використовується такий насос. Значна віброактивність елементів НШ є наслідком гідродинамічних процесів і механічної взаємодії його деталей, що є основними причинами погіршення технічного стану НШ в процесі експлуатації і зниження його ресурсу. Частотні складові коливань, що обумовлені цим процесом викликаються пульсаціями потоку робочої рідини, явищами запирання робочої рідини у відсіченій порожнині НШ і зіткненнями зубців шестерень в зубчастому зачепленні. Складний гідромеханічний коливальний процес, переміщення і деформації елементів НШ, що обумовлені навантаженням з боку зони нагнітання, порушують номінальні точнісні показники форми і положення деталей рухомих і нерухомих сполучень від проектних. Тому при наявності деформаційних погіршень прямозубе зачеплення є одним з чинників що роблять істотний вплив на рівень шуму шестерінчастих насосів. У зв'язку з цим одним з доцільних напрямків підвищення технічного рівня таких насосів є зниження віброактивності і шуму НШ за рахунок використання циліндричного евольвентного зачеплення з арковими і арково-гвинтовими зубцями взамін прямозубого [1-3]. Відповідно до експериментальних досліджень був виготовлений і встановлений експериментальний зразок

аркового зачеплення в насос НШ-50 з метою порівняння акустичних характеристик експериментального і серійного насосів (рис.1). Випробування проводилися по методиці відповідно до ISO 3743-1-94, ISO 3743-2-94, ISO 3744-94.



Рисунок 1 – Аркове зачеплення шестерінчастого насоса в зборі

В процесі досліджень експериментального насосу встановлено, що його технічні характеристики задовольняють всім основним технічним показникам насосів відповідного об'єму, а міцнісні і жорсткісні показники аркового зачеплення значно перевищують аналогічні показники прямозубого.

Дослідження рівня звуку насоса з арковим зачепленням показують, що при будь-якому тиску робочої рідини рівень звуку у експериментального насоса з арковим зачепленням нижчий, ніж у серійного. При роботі на номінальному режимі з тиском 14 МПа і номінальній частоті обертання 40 c^{-1} рівень звуку експериментального насоса нижче чим серійного на 2-3 дБА.

Література

1. Сидоренко А.К.Зубчатая передача "70-НKMЗ"//Москва «Машиностроение».-1984. - 78 с.
2. Мацей Р.О. Цилиндрическая эвольвентная передача с арочно-винтовыми зубьями / Мацей Р.О., Томас Штеле, Добринский А.Г., Ковра О.В. // Вестник НТУ ХПИ. Харьков, 2015. - с. 88-95.
3. Плахтин В.Д., Давыдов А.П., Паршин А.Н. Изготовление зубчатых колес с арочными зубьями с применением пальцевых фрез. //Технология машиностроения. - 2008. - №6. - с. 12-15.

Серікова Ірина Олексіївна, к.т.н, доцент, e-mail: georgy301212@gmail.com
Медведський Кирило Ігорович, студент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯХ

Об'єктом дослідження є ефективне використання сонячної енергії на електромобілях. Предметом дослідження є сонячні електростанції.

Мета роботи – визначення ефективності використання сонячної електростанції на електромобілях.

Проведено аналіз існуючих методів, що дозволяють істотно підвищити ефективність перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію. Обґрунтовано застосування концентраторів випромінювання в сонячній електростанції електромобіля. Проаналізовано роботу сонячної електростанції, що складається з датчиків струму, датчиків температури, блоку заряджання АКБ та мікроконтролерної системи управління.

Недоліком сонячного випромінювання як джерела енергії є нерівномірність його надходження на земну поверхню, обумовлена добовою і сезонною циклічністю, а також погодними умовами. Тому досить важливою є проблема акумулювання електроенергії, що виробляється за допомогою сонячних енергоустановок. В даний час ця проблема вирішується в основному шляхом використання звичайних хімічних накопичувачів - акумуляторів.

Сонячна енергетика України - відносно нова галузь електроенергетики України, яка стрімко розвивається. В Україні річне надходження сонячного випромінювання перебуває на одному рівні з країнами, які активно використовують сьогодні сонячні колектори (Швеція, Німеччина, США тощо).

Уся територія України придатна для розвитку систем теплопостачання з використанням сонячної енергії. У 2010 р. Україна не мала жодної великої сонячної електростанції, але вже 2011 р. в країні вже працювали батареї потужністю 67,55 МВт, у Криму було збудовано найбільший сонячний парк Європи та світу. За короткий час Україні вдалося зробити ривок і вийти в перші ряди за темпами розвитку фотовольтаїки.

Поступово сонячні батареї стають усе дешевшими й ефективнішими. Зараз вони застосовуються для підзарядки акумуляторів у вуличних ліхтарях, смартфонах, електроавтомобілях, приватних будинках і на супутниках у космосі. Сьогодні через такі проблеми, як забруднення навколишнього середовища та дороговизна палива для ДВЗ, поряд з електромобілями створюється та тестується такий вид експериментальних автомобілів, як сонцемобілі (рисунок 1).



Рисунок 1 - Експериментальний сонцемобіль Stella Vie

Вони пересуваються завдяки енергії сонця (рисунок 2). Для живлення електродвигунів та підзарядки акумуляторів використовуються сонячні батареї. Зазвичай ККД фотоелементів складає до 15-20%, великі батареї можуть мати потужність до одиниць кіловат.

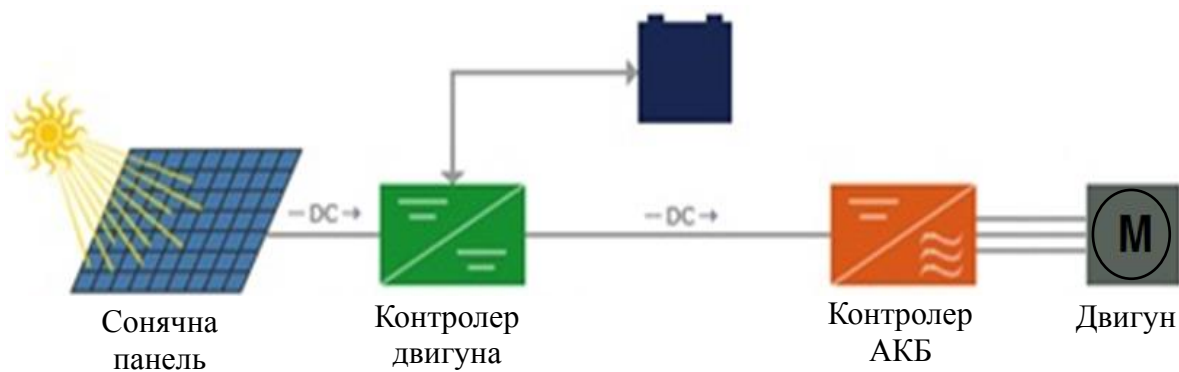


Рисунок 2 - Принцип дії сонцемобіля

Для підвищення ККД сонячної батареї використовують оптичні концентратори. Найбільш розповсюджені та ефективні зображені на рисунку 3.

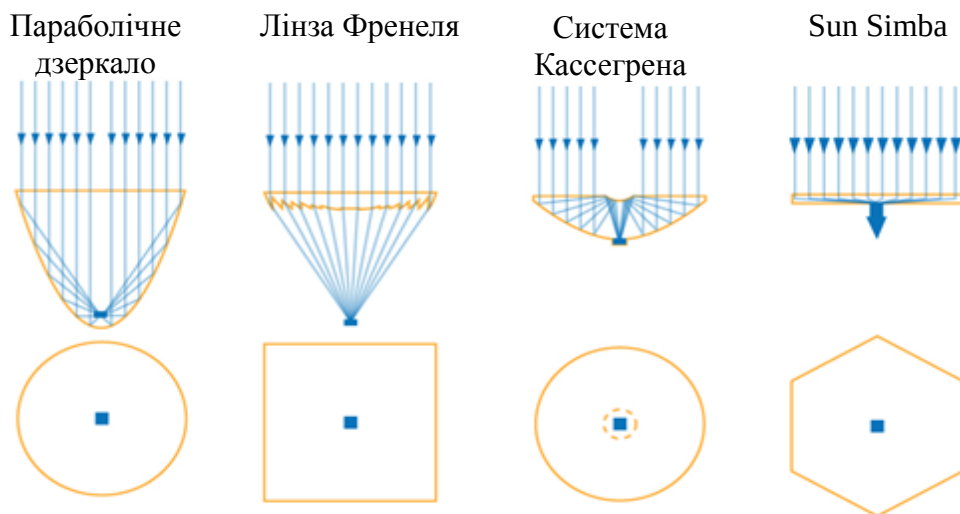


Рисунок 3 – Оптичні концентратори

Переваги оптичних концентраторів:

- зниження вартості сонячної батареї;
- низькі втрати енергії;
- компактність та гнучкість конструкції.

Сонячне випромінювання є практично невичерпним джерелом енергії. На території України рівень сонячного випромінювання достатньо для створення геліоелектростанцій, що живлять привод транспортних засобів.

Інтенсивність сонячного випромінювання на території України становить у середньому 1 КВт на квадратний метр, що обґрунтовує застосування сонячних електростанцій як джерела одержання додаткової енергії на транспорті. У ході дослідження були розглянуті основні типи сонячних елементів, що мають максимальну ефективність – багатопереходні гнізда із ККД до 46%, теоретично можливий ККД багат шарових сонячних перетворювачів 87%.

Недоліком сонячного випромінювання як джерела енергії є нерівномірність його надходження на земну поверхню, обумовлена добовою і сезонною циклічністю, а також погодними умовами. Тому досить важливою є проблема акумулювання електроенергії, що виробляється за допомогою сонячних енергоустановок. В даний час ця проблема вирішується в основному шляхом використання звичайних хімічних накопичувачів - акумуляторів.

В комерційному транспорті сонячна енергетика може бути використовуватися як додаткова в гібридній тяговій установці.

Ефективність перетворення сучасних сонячних елементів досягає 46 %, однак вартість таких модулів в 200 разів дорожча. Перспективним шляхом зниження вартості сонячної електростанції є застосування сонячних концентраторів та зменшення кількості напівпровідникових модулів – перетворювачів. Голографічні сонячні концентратори мають ряд переваг – селективність сонячного випромінювання, що концентрується, відсутність потреби в системі трекінгу, малі геометричні розміри.

Література

1. Андреев, В.М. Фотоелектричне перетворення сонячної енергії.// Сорос. образоват. журнал.- 1996. - № 7. - С. 93 - 98.
2. Ємельянов, А. Сонячна альтернатива: Альтернативна енергетика / / Екологія і життя.- 2001. - № 6. - С. 22 - 23.
3. Лебедев, В. Сонячне майбутнє: альтернативна енергетика / В. Лебедев / / Наука та інновації, 2008, № 5. - 2008. - С. 19 - 21.
4. Лучків, Б. Сонячна енергетика / / Фізика: Прилож. до газети «Перше вересня».- № 41. - С. 7 - 8.
5. <https://cyberleninka.ru/article/n/oblasti-primeneniya-solnechnoy-energetiki>.
6. <http://ust.su/solar/media/section-inner10/7670/>.

Серікова Ірина Олексіївна, к.т.н., доцент, e-mail: georgy301212@gmail.com

Ходак Сергій Сергійович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ДИСТАНЦІЇ АВТОНОМНОГО ПРОБІГУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Об'єкт дослідження – енергетика електромобіля.

Предмет дослідження – моделювання та статистичний аналіз потоків потужності при пересуванні електромобіля.

Мета роботи – підвищення експлуатаційних властивостей електромобілів.

Засоби підвищення дистанції автономного пробігу електромобілів дозволяють суттєво покращити експлуатаційні властивості електромобілів. Це досягається за рахунок встановлення додаткових джерел на транспортному засобі або стаціонарних станцій підзарядки.

Автоматизація процесів зарядки електромобілів за допомогою модулю контролю дозволяє суттєво підвищити якість обслуговування транспортних засобів. При застосуванні модулів автоматичної зарядки з'являється можливість виявлення аварійних режимів роботи мережі живлення та контролю стану ізоляції дротів мережі живлення.

Електромобіль - авто, яке приводиться в рух одним або кількома електродвигунами з живленням від батарей або акумуляторів - знаходиться сьогодні на зльоті популярності. Але не слід думати, що це відбувається вперше, що електромобілі - надбання останніх десятиліть, адже в історії предостатньо фактів, які доводять протилежне. Популярність і визнання вже приходили до них більше століття тому, і якби початковий розвиток не припинився сам по собі з настанням ери двигуна внутрішнього згоряння, то можливо, до сьогоднішнього дня електромобільні технології просунулися б куди далі, ніж тепер. Масове виробництво дешевого бензину послужило закінченню розвитку електромобілів. Але нафта - ресурс не поновлюваний, і вичерпання її запасів змушує людство повертатися туди, звідки все починалося.

Одним зі шляхів підвищення дистанції автономного пробігу електромобілів є використання паливних елементів, що генерують електричну енергію за рахунок окислення палива. Паливний елемент являє собою електрохімічний пристрій, у якому відбувається процес об'єднання водневого палива й кисню з виділенням електрики, тепла й води.

Паливний елемент схожий на електричну батарею тим, що електрохімічна реакція відбувається доти, поки є паливо. Водень зберігається в герметичному контейнері під тиском, кисень же береться з атмосфери. Через відсутність горіння немає ніяких шкідливих викидів, продуктом даного процесу є лише чиста вода. Ця вода, що виділяється протонообмінною мембраною паливного елемента, настільки чиста, що на демонстраціях паливних елементів відвідувачів часто можуть почастувати чаєм із цієї води.

Наступним шляхом підвищення дистанції автономного пробігу електромобілів виділимо використання бездротової зарядки.

Бездротова зарядка призначена підвищити комфорт експлуатації електромобілів, безпечність, зручність, вандалостійкість (рисунок 1).



Рисунок 1 – Бездротова зарядка

Технологія використовує таке фізичне явище, як індукція, тому часто даний спосіб підзарядки батарей електромобілів називають «індукційний». Система Continental потужністю до 11 кВт дозволяє швидко й зручно зарядити електромобіль. Система індуктивної зарядки містить у собі майданчик-приймач індуктивних хвиль, силову електроніку, контролери й інтерфейс людини й машини для забезпечення точного паркування. Енергія зарядки передається по бездротовій мережі від зарядного пристрою, вмонтованого в дорожнє полотно, до майданчика-приймачу, який установлений під передньою частиною днища автомобіля. Зазор в 10 см і більш ідеально підходить для забезпечення найкращого можливого переносу енергії з «зарядної» майданчика на майданчик-приймач автомобіля.

Ще одним шляхом підвищення дистанції автономного пробігу електромобілів є використання сонячних елементів.

Більша частина сонячних елементів (СЕ) виготовляється із кремнію (хімічний символ Si). Кремній це напівпровідник. Він широко розповсюджений на землі у вигляді піску, який є діоксидом кремнію (SiO_2), також відомого як «кварцит». Інша область застосування кремнію - електроніка, де кремній використовується для виробництва напівпровідникових приладів і мікросхем.

Насамперед, у СЕ є другий контакт 1 і 2 шару кремнію різної провідності. Зверху є сітка з металевих контактів і антиблікове покриття, що просвітлює, яке дає сонячному елементу характерний синій відтінок (рисунок 2).

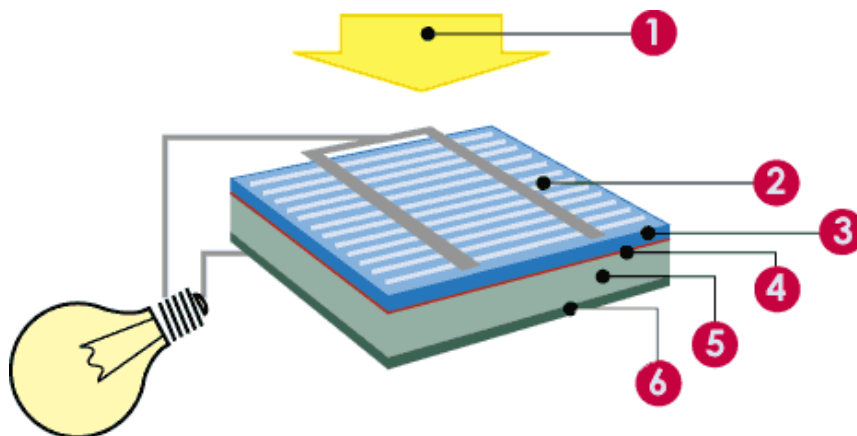


Рисунок 2 - Структура сонячного елемента із кремнію

1- світло (фотони); 2 - лицьовий контакт; 3 - негативний шар;
4 - перехідний шар; 5 - позитивний шар; 6 - задній контакт

Розрізняють сонячні елементи р- і n-типу. Перші дешевше й більш поширені в теперішній час. Другі небагато дорожчі, але мають більшу ефективність, і застосовуються в сонячних елементах нового типу.

Сонячні елементи можуть бути наступних типів: монокристалічний, полікристалічний і аморфний (тонкоплівочний). Відмінність між цими формами в тому, як організовані атоми кремнію в кристалі. Різні СЕ мають різний ККД перетворення енергії світла. Моно- і полікристалічні елементи мають майже однаковий ККД, який вище, чим у сонячних елементах, виготовлених з аморфного кремнію.

В роботі розглянуті шляхи зниження витрати електроенергії на рух електромобіля. Проаналізовані методи підвищення дистанції автономного пробігу. Розглянуті режими роботи тягового двигуна електромобіля.

Розглянуті існуючі способи контролю положення ротору двигуна електромобіля, що дає можливість ефективніше керувати двигуном, тим самим збільшуючи дистанцію автономного пробігу електромобілів.

Проаналізовані перспективні методи керування тяговим двигуном електромобіля. За допомогою векторного керування з'являється можливість роботи електричної машини на максимумі свого моменту.

Застосування векторних систем керування дає можливість суттєво підвищити ефективність роботи електропривода. Використання методу векторного ШІМ - управління інвертором дозволяє більш економічно витрачати енергію і поліпшити перехідні процеси.

Встановлення допоміжних джерел живлення та розвинута інфраструктура станцій дозволяє підвищити пробіг електротранспорту, не збільшуючи ємність АКБ.

Література

1. Електромобіль: техніка та економіка / В.А. Щетина та ін. Л.: 1987.
2. Андрєєв, В.М. Фотоелектричне перетворення сонячної енергії.// Сорос. образоват. журнал.- 1996. - № 7. - С. 93 - 98.

Смирнов Олег Петрович, д.т.н., доцент, e-mail: smirnov1oleg@gmail.com

Романенко Артем Валерійович, магістр

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АСИСТЕНТ ПАРКУВАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ BMW I3

Асистент паркування складається з майстра маневрування при парковці (РМА) та сигналізації аварійного зближення при парковці (PDC). Обидві функції PDC і РМА реалізуються одним і тим же блоком управління. Якщо в зоні дії ультразвукового датчика є перешкода, на центральному інформаційному дисплеї автоматично відкривається індикація для PDC.

Сигналізація аварійного зближення (PDC) при парковці підтримує водія при заїзді на паркувальне місце і виїзді з нього. При цьому вона дозволяє паркувати автомобіль навіть в обмеженому просторі. У той же час зменшується кількість аварій при парковці.

Блок управління РМА пропонує водієві допомогу при пошуку паркувального місця і при заїзді на місце при поздовжньої парковці. По-перше, система підтримки при необхідності повідомляє, чи достатньо велике вільне місце для паркування, щоб туди встав даний автомобіль. По-друге, майстер маневрування при парковці (РМА) керує рухами рульового колеса і допомагає найкращим чином припаркувати автомобіль в наявному місці.

Місце для паркування може перебувати як з боку водія, так і з боку переднього пасажир. Водій управляє автомобілем за допомогою педалей акселератора і гальма. При цьому, оскільки водій звільнений від складного управління рульовим колесом, він може зосередитися на обстановці навколо. І, таким чином, вчасно розпізнати потенційно небезпечну ситуацію.

В блоку управління для PDC і РМА можливе застосування 10 ультразвукових датчиків: 4 ультразвукових датчика для PDC спереду та 4 ззаду; 2 ультразвукових датчика для РМА спереду з боків.

Всі ультразвукові датчики конструктивно ідентичні. У комбінованому режимі передачі/прийому ультразвукові датчики спочатку передають один за іншим кілька ультразвукових імпульсів. Після цього ультразвукові датчики приймають імпульс, відбитий від об'єкта, що знаходиться в зоні дії. Цей відбитий імпульс посилюється в ультразвуковому датчику і направляється у вигляді цифрового сигналу на блок управління для PDC і РМА. На основі тривалості відбитого імпульсу блок управління визначає відстань до об'єкта.

У режимі прийому ультразвуковий датчик приймає відбиті імпульси, передані сусідніми ультразвуковими датчиками. Блок управління для PDC і РМА може аналізувати сигнали до 3 ультразвукових датчиків. Завдяки аналізу сигналів декількох ультразвукових датчиків визначається найменша відстань між автомобілем і об'єктом.

На панелі управління в центральній консолі, в залежності від комплектації, розташовані клавіші наступних систем:

- система динамічного контролю стабільності (серійне обладнання);
- перемикач системи регулювання динаміки руху (серійне обладнання);
- сигналізація аварійного зближення при парковці PDC і майстер маневрування при парковці РМА (додаткове обладнання);
- відеокамера бічного виду (додаткове обладнання);
- система курсової стійкості при спуску (HDC) (додаткове обладнання).

Майстер маневрування при парковці можна включити за допомогою кнопки паркування або шляхом включення передачі заднього ходу. Подальше управління здійснюється за допомогою контролера. Під час прямолінійного руху під керуванням водія система веде спостереження за допомогою ультразвукових датчиків сигналізації аварійного зближення при парковці (PDC). На центральний інформаційний дисплей (CID) виводиться інформація про наявність вільного місця для паркування.

Вимірювання місця для паркування відбувається автоматично при русі поруч з ним на швидкості не більше 36 км/год. Після активізації функції на центральний інформаційний дисплей виводиться інформація про наявність відповідних місць для паркування. Після початку процесу паркування на центральний інформаційний дисплей виводяться вказівки для водія: рухатися заднім ходом, гальмувати або рухатися вперед. Паркування виконується в один або декілька прийомів.

Процес паркування переривається в наступних випадках:

- перевищена максимальна швидкість при парковці в 10 км/год;
- неправильно обраний покажчик повороту (наприклад, необхідно зайняти місце для паркування з правого боку, а включений лівий покажчик повороту);
- небезпека зіткнення з предметами під час паркування (в тому числі збоку);
- водій взяв на себе рульове управління;
- відкриті двері;
- включена невірна передача;
- система динамічного контролю стабільності розпізнає прослизання.

Якщо процес був перерваний з якої-небудь з цих причин, в пам'яті помилок блоку управління РМА заноситься відповідний запис. При цьому мова йде не про системну помилку, а про помилку в управлінні з боку користувача. Після переривання процесу система перевіряє, чи можна відновити процес паркування. Водій може при необхідності відразу ж повернутися до процесу паркування.

Автоматична індикація зображення PDC залежить від наступних параметрів впливу:

- відстань до перешкоди (в нерухомому стані 30 см, в русі 80 см);
- швидкість руху;
- включена передача;

- кут повороту рульового колеса

Тимчасова деактивація здійснюється наступним чином:

- перешкода зникає (з затримкою за часом);

- натискання кнопки паркування на панелі управління центральної консолі.

Соловей В.В., д-р техн. наук, проф.

Зипунников Н.Н., канд. техн. наук

Хан Вей, д-р техн. наук, проф²

¹Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины,
(г. Харьков, Украина, E-mail: kolyazip@yandex.ru)

²Цзилиньский Университет, г. Чанчунь, Китай

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЗМЕМБРАННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Исходя из анализа конструктивных и технико-экономических показателей современного электролизного оборудования, можно сделать вывод, что его дальнейшее усовершенствование должно быть проведено, прежде всего, в направлении снижения энергопотребления процесса разложения воды, а также возможности генерации газов (водород и кислород) с более высоким давлением. В настоящее время уровень давления существующих электролизеров не превышает 2,5-4,0 МПа.

Кроме того, наименее надежным элементом конструкции низкотемпературных электролизеров являются ионопроводящие мембраны, наличие которых также ограничивает верхний уровень давления в системе. Использование металлов платиновой группы для активации электродов усложняет технологию их изготовления и увеличивает стоимость оборудования.

В электрохимических установках на основе электролизных элементов электроэнергия и химическая энергия исходных веществ превращается в химическую энергию продуктов реакции, обладающих соответствующей эксергией. Такая эксергия, генерируемая в единицу времени, характеризует эксергетическую мощность электролизной установки.

Предложенная технология генерации газа, осуществленная в безмембранном электролизере, оснащенном электродами, не содержащими дорогостоящих металлов платиновой группы, обеспечивает повышение энергетической эффективности на 15-17 % и в то же время производит водород и кислород с давлением, ограниченным прочностью электролизной ячейки. Нет необходимости использовать компрессоры для дальнейшего сжатия газов (H₂, O₂), что повышает эксергетическую ценность полученных продуктов.

Основной целью эксергетического анализа является определение параметров критических процессов, влияющих на эффективность производства

водорода и кислорода под высоким давлением с последующим их совершенствованием.

Предлагаемая технология производства водорода высокого давления состоит из двух стадий периодически чередующихся окислительных и восстановительных реакций с участием активной массы газопоглощающего электрода. Процесс генерации водорода начинается с подачи на пассивный электрод отрицательного потенциала.

На этом этапе газопоглощающий активный электрод выступит в качестве анода.

Реакция разложения воды происходит с одновременным выделением водорода и кислорода, при этом водород выделяется на пассивном электроде в газообразном виде, а кислород химически связывается активным электродом (накапливается в виде химического соединения).

Питание электроэнергией электролизной ячейки синхронизировано с электромагнитным переключателем потока, в результате чего водород выделяется при высоком давлении и заполняет только водородную магистраль, не смешиваясь с кислородом.

Первичная очистка от паров электролита происходит в сепараторе, который выполняет функцию разделения газожидкостного потока на составные компоненты. Обычные электролизеры используют мембраны, чтобы исключить возможность образования газа Броуна.

В нашем случае разделение образования водорода и кислорода во времени позволяет не использовать разделительные мембраны. На основе испытаний прототипов было подтверждено, что удельная эффективность предложенной конструкции электролизера выше, чем у существующих аналогов на 10-15 %.

Результаты эксергетического анализа свидетельствуют, что для электролизеров высокого давления КПД составил 88,7 %. Общий эксергетический КПД стандартных электролизеров не превышает $\eta_e = 62,1$ %. При этом КПД водородного и кислородного сепараторов в разработанной конструкции составляет соответственно $\eta_1 = 98,7$ %.

В данном случае преимуществом разработанного образца электролизера является отсутствие омических потерь на разделительной диафрагме и постоянная работа установки под высоким давлением ($p = 15$ МПа), что исключает необходимость использования компримирующего оборудования для дополнительного сжатия выделяемых газов (H_2 , O_2).

Наибольшие потери эксергии связаны с внутренними процессами в блоке электролизных элементов и составляют 10-12 % от общего КПД установки.

Они определяются поляризационными потерями на катоде и аноде, токами утечки, трением и внутренним тепло- и массообменом.

Дальнейшее совершенствование установок, реализующих эту технологию, следует проводить с учетом полученных результатов в процессе проведения эксергетического анализа.

Оценивая экономические перспективы широкого внедрения предлагаемой технологии электролиза для промышленного производства водорода и аккумуляирования больших объемов энергии из возобновляемых источников можно утверждать, что предлагаемая безмембранная технология электролизера высокого давления не имеет аналогов в мире.

Хорсев Павло Васильовіч, к.т.н., доцент, E-mail: pavel.horsev@gmail.com
Стремоухов Олександр Борисович, аспирант, AStremoukhov@gmail.com
Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет,
г. Днепр, ул. Ефремова, 25

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Постановка проблемы. Одним из путей снижения вредных выбросов дизельных двигателей является использование газодизельного процесса при незначительном замещении дизельного топлива природным газом.

Анализ последних публикаций. Газодизельный процесс при всех его преимуществах [1] не получил должного распространения по причине неудобств эксплуатации двухтопливных мобильных машин [2, 3, 4]. При традиционном использовании газодизеля основным топливом является природный газ, запас которого хранится на мобильной машине в весьма тяжелых баллонах высокого давления, а для зажигания используют небольшое количество дизельного топлива. В результате массово-габаритные показатели мобильной машины существенно ухудшаются. При этом замечено, что небольшие подачи природного газа (15...20 % от суммарного заряда по тепловому эквиваленту) существенно улучшают процесс сгорания дизельного топлива и позволяют работать с меньшим значением коэффициента избытка воздуха при снижении вредных выбросов в отработавших газах [5].

Система регулирования газодизелей ДГАУ разработана с учетом возможности совместной работы с конвертируемыми автотракторными дизелями различной мощности. Испытания проводились на протяжении длительного времени [2, 3, 5] и выявили как неоспоримые преимущества по сравнению с известными системами, так и недостатки, устранение которых применением современных технических средств поставит разработанную систему в ряд лучших аналогов.

Постановка задачи. Для уменьшения вредных выбросов автотракторным дизелем путем подачи некоторого количества природного газа во впускной трубопровод может использоваться разработанная ранее система всережимного регулирования газодизеля ДГАУ [5]. Следует учесть имеющийся опыт и применить современные элементы – газовые форсунки распределенной подачи газа с управлением от электронного коммутатора.

Цель работы. Обоснование конструктивной схемы всережимного регулирования автотракторного газодизеля при подаче газа во впускной

трубопровод газовыми форсуноками в количестве, достаточном для снижения вредных выбросов.

Изложение основного материала. Принцип работы системы регулирования газодизеля ДГАУ, дополненной газовыми форсунками, приведена в [1]. Для реализации поставленной цели в имеющейся системе регулирования следует заменить регулятор давления газа датчиком для включения подачи газа, который должен срабатывать при увеличении расхода дизельного топлива выше его значения при средних нагрузках. При этом работа штатной системы регулирования не блокируется, и дизель полностью сохраняет параметры регуляторной характеристики. Для работы предлагаемой системы требуется установка газовых баллонов высокого давления небольшого объема – около 10 л, что не приводит к существенному ухудшению массово-габаритных показателей мобильной машины.

Выводы

1. Как показывает краткий анализ работ по применению природного газа в качестве моторного топлива, создание систем питания двигателей внутреннего сгорания природным газом является актуальным.

2. Внедрение природного газа для питания двигателей в Украине ввиду отсутствия собственного двигателестроения должно осуществляться переводом (конвертированием) существующих двигателей путем установки газового оборудования, производство которого может быть налажено на имеющихся машиностроительных или ремонтных предприятиях.

3. Применение газовых форсунок для подачи газового моторного топлива в системе регулирования газодизеля ДГАУ при замене регулятора давления датчиком расхода жидкого топлива позволяет снизить суммарное количество вредных выбросов не ухудшая массово-габаритные показатели мобильной машины, при сохранении её эксплуатационных характеристик.

Литература

1. Стремоухов О. Б. Обґрунтування конструктивної схеми подачі природного газу для автотракторних газодизелів / О. Б. Стремоухов // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, № 3(45) – Дніпро, 2017. – С. 68–72.

2. Бабич А. С. Результати експлуатаційних випробувань газобалонних автомобілів КрАЗ-258 / А. С. Бабич, П. М. Кухаренко, В. О. Улексін // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Випуск 3 (14) – Кременчук, 2002. С. 37–38

3. Бабич А.С. Результати випробувань газодизельних тракторів / А. С. Бабич, П. М. Кухаренко, В.О.Улексін, В.М.Яцук // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. № 12(2) – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008. – С. 456...464.

4. Володин В. М. Использование газа в качестве топлива для тракторов / В. М. Володин // Обзор. информ. Сер.1. Тракторы и двигатели. Вып. 1. – Москва: ЦНИИТЭИ Тракторосельхозмаш, 1989. – 48 с.

5. Кухаренко П.М. Методика експериментальних досліджень роботи газодизеля на режимі холостого ходу / П.М. Кухаренко, В.О.Улексін, В.М.Яцук // Вісник Харківського

Черновол Олександр Володимирович, магістр, викладач
Харківський державний автотранспортний коледж

ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

В даній статті розглянуто питання сучасного рівня впровадження автомобілів з електричними силовими установками, їх місце в різних сферах функціонування суспільства.

Зміна клімату, погіршення екології і забруднення навколишнього середовища - це неминучі проблеми, які вимагають активного і оперативного рішення. Економісти, соціологи і кліматологи шукають шляхи зменшення глобального потеплення, оптимізації викидів шкідливих речовин в повітря і очищення вод. Всі вони згодні з тим, що електромобіль пропонує стійке рішення в боротьбі із зміною клімату, а також сприяє поліпшенню якості повітря в міських умовах. Враховуючи переваги електромобіля для суспільства і екології, кількість учасників на ринку електромобілів в світі стрімкого росте.

Розвиток ринку електромобілів викликаний рядом суттєвих переваг електричного приводу перед класичним механічним з двигунами внутрішнього згорання.

До основних переваг електроприводу можна віднести:

- вигідна характеристика крутного моменту – гарна динаміка руху та спрощення трансмісії (відсутність коробки передач);
- відсутність шкідливих викидів та шуму;
- легкість керування;
- збереження енергетичних ресурсів;
- зменшення витрат на обслуговування.

При цьому існує ряд недоліків, які впливають на застосування електромобілів:

- обмежений запас ходу;
- обмеження мережі зарядних станцій, тривалість зарядки;
- висока вартість (через високу вартість ТАБ);
- підвищена небезпека (робота з високовольтною електромережею).

Для усунення деяких недоліків електроприводу застосовуються ряд заходів, які передбачають, перш за все, застосування комбінованих силових установок – гібридів.

Для автомобілів з електричним приводом існує спеціальна типізація:

ZEV (Zero Emission Vehicle) – автомобіль з нульовим рівнем шкідливих викидів;

BEV (Battery Electric Vehicle) - електромобіль з тяговою батареєю;

HEV (Hybrid Electric Vehicle) – гібрид, автомобіль з повним гібридним приводом, може виконуватись з послідовною чи паралельною схемою включення силових елементів;

PHEV (Plugin Hybrid Electric Vehicle) – плагін-гібрид, автомобіль з повним гібридним приводом і можливістю заряджання від зовнішнього джерела струму;

RXBEV (Range Extender Battery Electric Vehicle) - акумуляторний електромобіль з додатковим приводом генератора для збільшення запасу ходу;

FCBEV (Fuel Cell Battery Electric Vehicle) - акумуляторний електромобіль паливними елементами (fuel cell).

Швидкі темпи розвитку електромобілів спостерігаються, як у світі, так і в Україні. Згідно статистичних даних на початок 2018 року в світі зареєстровано більш 1 млн. автомобілів з електричними силовими установками, при цьому більш одного мільйона продано протягом 2017 року. Основними країнами, в яких найбільшими темпами розвивається перехід на електричну тягу є: Норвегія, США, Нідерланди, а особливо Китай.

В Україні згідно даних IRS Group на початок вересня 2018 року зареєстровано 15696 машин, з яких 47% становлять електромобілі, а 53% - гібриди. Основна частина електромобілів має певний період експлуатації – близько 70 % мають 4 і більш років експлуатації.

Впровадження електромобілів охоплює різні сфери життя. Електромобілі - це технологія, яка вимагає створення спеціальної екосистеми для повноцінної експлуатації електромобілів. Цей процес охоплює велика кількість учасників. Окрім традиційних учасників, таких як автовиробники, дилери, виробники і установники зарядних станцій, учасниками екосистеми електромобілів є енергетичні компанії, компанії з утилізації батарей і компанії, які дають “друге життя” батареям. Також велику роль в підтримці екосистеми мають державні і фінансові структури, які надають додаткові унікальні пільги для власників електротранспорту.

Можна привести вплив впровадження електромобілів на різні сфери життя (дивись рисунок).



Рисунок – Інфраструктура впровадження електромобілів

Розглянемо детальніше приведені складові.

Політика:

- міжнародні норми з обмежень максимальних величин шкідливих викидів;
- введення зон з обмеженими викидами або вільними від викидів шкідливих речовин;
- плани розвитку та субсидії.

Охорона навколишнього середовища:

- зміна клімату;
- зменшення шкідливих викидів;
- зменшення шумового та теплового навантаження;
- раціональне використання корисних копалин.

Економіка:

- обмеження запасів нафтопродуктів;
- підвищення вартості видобуваємих видів палива;
- незалежність від експортерів нафтопродуктів.

Технології:

- технічні переваги електромоторів над ДВЗ;
- високий коефіцієнт корисної дії;
- впровадження смарт-технологій, автоматизація процесів;
- заходи безпеки при роботі з високою напругою.

Суспільство:

- зростання мобільності людей;
- зростання попиту на автомобілі з меншими витратами палива та шкідливих речовин (тенденції моди, престижу, здорового способу життя);
- зростання застосовуваності електричного приводу;
- зручності використання в мегаполісах.

Інфраструктура:

- розвиток інфраструктури шляхів та мереж для зарядки електромобіля: вдома/на роботі/в дорозі

Тому швидкий розвиток застосування електромобілів здійснює комплексний вплив на розвиток суспільства: політику, економіку, екологію, суспільні відносини і стимулює розвиток суміжних галузей: електроніки, енергетики та інших.

Література

1. Бажинов О.В. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика/ Смирнов О.П., Серіков С.А., Дзадненко В.Я. – Харків: ХНАДУ, 2011 – 236 с.
2. VW Service Training. Програма самообучення 499. Основы электрических приводов автомобилей. Основы и принцип действия.

3. Mehrdad Ehsani Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. Fundamentals, Theory, and Design/ Yimin Gao.. - CRC PRESS. 2005. -419с
4. <http://irsigroup.com.ua/>
5. <https://hevcars.com.ua/>

Авраменко А.М., канд.техн.наук,¹

Соловей В.В., д-р техн.наук¹,

Внукова Н.В., д-р техн.наук²

¹ Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
(м. Харків, Україна)

² Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків,
Україна)

АНАЛІЗ КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ВОДНЮ ЯК МОТОРНОГО ПАЛИВА В ТРАНСПОРТНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ

Аналіз результатів закордонних досліджень свідчить, що подорожчання водневого автомобіля при виході на комерційне використання оцінюється в розмірі близько 20–30 % порівняного з бензиновим аналогом.

Тому для коректного порівняння ефективності водневих технологій варто аналізувати повні витрати енергії на реалізацію життєвого циклу виробу з урахуванням екологічних факторів, характерних для кожного з етапів. Результати такого комплексного аналізу є основою вибору пріоритетних напрямків інноваційної діяльності й розробці стратегії розвитку автомобільного транспорту.

Враховуючи, що використання відновлювальних джерел енергії є пріоритетним напрямом енергетичної політики розглянемо техніко-економічні показники електролізних технологій виробництва водню при використанні електроенергії, яку отримано від вітрової електростанції та електростанції на сонячних фотоелектричних перетворювачах.

При проведенні аналізу були використані наступні вартісні параметри основних елементів технологічних схем:

1. Електролізер високого тиску (30,0 МПа) – 12000 дол. США /м³ H₂.
2. Металогідридний термосорбційний водневий компресор – 1000 дол./м³ H₂ .
3. Установка по скрапленню водню на базі металогідридного термосорбційного водневого компресору – 60000 дол США./кг H₂.
4. Система зберігання водню в стислому вигляді (70,0 МПа) – 2000 дол. США /кг H₂.
5. Система зберігання рідкого водню – 3000 дол. США/кг H₂ .

Для зберігання водню розглянуто технології його накопичення під тиском в газоподібному стані та криогенний спосіб зберігання зрідженого водню. Визначено, що при умовах зберігання водню під тиском у газоподібному стані обходиться в 5–6 разів дешевше, ніж при криогенному способі, внаслідок того,

що вартість ємностей та витрати на компримування водню істотно нижче сумарних витрат на зрідження, зберігання водню і його реконденсацію.

Для транспортування стислого водню пропонується використовувати вантажні автомобілі з ємностями високого тиску, для зрідженого водню – вантажні автомобілі із криогенними танками.

Сучасні технології виробництва ємностей, що працюють під високим тиском, зокрема з композитних матеріалів, дозволяють суттєво знизити матеріалоемність балонів. При виготовленні таких балонів використовується тонкостінна металева оболонка (лейнер) з нержавіючої сталі або алюмінію, яка істотно підсилюється оболонкою з композитного матеріалу. У порівнянні із суцільнометалевим питома маса балона знижується в 2–3 рази. Компанія "Quntum-Tecstar" розробила для водню металокомпозитні заправні баки для автомобільного транспорту на робочий тиск 70 МПа.

При такому тиску питомий обсяг зберігання газоподібного водню наближається до питомого обсягу його зберігання в рідкому стані. Для транспортування газоподібного водню розроблено конструкцію автопричепа, основу якого становлять 10 штук сферичних ємностей високого тиску зі сталі 12ХН2МДФ-Ш об'ємом 0,9 м³ з робочим тиском 31,3 МПа, які виготовлено ВАТ "Сумське машинобудівне наукове виробниче об'єднання ім. Фрунзе". Середній обсяг перевезення водню одним вантажним автомобілем становить близько 1400 кг для газоподібного водню під тиском і приблизно 1600 кг для рідкого водню.

Вартість доставки водню на відстань 1000 км буде становити: для газоподібного водню – 3,0 дол. США /кг при автомобільних перевезеннях, і для рідкого водню – 4,0 дол. США /кг.

Наступною складовою витрат при використанні водню є витрати на заправлення автомобілів на рідкому і на газоподібному водні під тиском. Капітальні витрати на створення автономної заправної станції для стислого водню становлять ~270 тис. дол. США (для зрідженого водню – 450 тис. дол. США).

При терміні служби устаткування на роздавальній колонці для стислого водню 15 років та 10 років для зрідженого газу вартість водневого палива у споживача зростає на 0,3 дол. США /кг для стислого водню і на 0,5 дол. США /кг для рідкого. Таким чином, інфраструктурні витрати в сумі збільшують вартість водню (додатково до вартості його одержання) в баці автомобіля на 0,1–1,5 дол. США /кг для газоподібного водню і приблизно на 2,3–3,0 дол. США /кг для зрідженого, що повністю виключає його з поля конкурентоздатних технологій в автотранспортній інфраструктурі.

Для підвищення ефективності використання водню, виготовленого за допомогою вітрових електростанцій (ВЕС) необхідно суттєве зниження вартості ВЕС, у першу чергу за рахунок складової вартості фотоелектричних перетворювачів.

У таблиці 1 наведено результати розрахунку повних витрат енергоресурсів, що виникають при використанні традиційних моторних палив і водню, котрий одержують на базі різних технологій його виробництва. Такий комплексний підхід дозволяє обґрунтовано підійти до економічної оцінки збитків у результаті використання різних водневих технологій на автотранспорті.

Як впливає з даних табл. 1 технології потребують від 2700–3700 МДж/1000 км. В той час, як для водневого авто, цей показник не перевищує 2250 МДж/1000 км.

При цьому безпосередньо в процесі експлуатації автомобіля витрачається від 40 до 70 % енерговитрат, а інші розподілені приблизно нарівно між витратами на одержання моторних палив та виготовлення автомобіля, включаючи матеріали. Сумарні питомі викиди CO₂ протягом життєвого циклу виробу сягають 200–250 кг/1000 км, а інших забруднювачів – від 2,0 кг для дизельного палива та до 2,5 кг для бензину. У випадку використання поновлюваних джерел енергії, (зокрема ВЕС) для одержання водню шляхом електролізу зазначені показники становлять 75 %, що свідчить про доцільність залучення в сферу практичного використання у водневій інфраструктурі вітроенергетичного потенціалу.

Таблиця 1 - Оцінка повних витрат енергії та викидів до атмосфери при використанні різних паливних технологій в автомобільному транспорті

Тип виробництва	Водень (електроліз ВЕС)	Бензин	Дизельне паливо
Всього енергія, МДж/1000 км	2250	3700	2700
Паливний цикл, %	28	17	14
Експлуатація автомобіля, %	41	66	66
Виробництво автомобіля та рециклінг, %	31	17	20
Викиди кг/1000 км			
CO ₂	76	23,9	21,5
VOC (volatile organic compounds)	16,6	33,2	23,3
CO	27,2	135,3	84,0
NO _x	11,0	22,8	22,2
ТЧ 2,5–10 мкм	12,5	12,2	11,7
ТЧ менш ніж 2,5 мкм	4,6	5,1	4,9

У підсумку на основі розглянутих технологій виробництва водню і його використання в автотранспорті та з урахування даних щодо оцінки викидів у навколишнє середовище було отримано значення очікуваної вартості 1000 км пробігу автомобіля за основними її складовими: паливний цикл (виробництво палива, його доставка, зберігання та заправлення на автозаправні станції (АЗС); витрати на виробництво автомобіля (вартість автомобіля, страхування, обслуговування, амортизація, ремонти та ін.), витрати на здійснення процедури рециклінгу та витрати на відшкодування екологічного збитку (оцінка в грошовому еквіваленті негативного впливу забруднюючих речовин на здоров'я

людей при використанні автомобіля). По мірі зростання пробігу автомобіля в міських умовах внесок екологічної складової проявляється більш суттєво, що дає додаткові переваги технології використання водню, як моторного палива.

Як виходить з наведених даних, оцінка повної вартості 1000 км пробігу робить водневий автомобіль на газоподібному водні цілком конкурентноздатним у порівнянні з автомобілем з бензиновим двигуном, якщо водень одержують шляхом електролізу води з використанням енергії ВЕС. У міру освоєння цих технологій варто очікувати вдосконалювання їх техніко-економічних показників, що підвищить соціально-економічну привабливість цієї транспортної складової водневої енергетики.

Лин Х., директор¹

Авраменко А.Н., канд.техн.наук²

Зипунников Н.Н., канд.техн.наук², E-mail: zipunnikov_n@ukr.net

Воробьева И.А., главный технолог²

¹ Tianjin EUR-CN Clean Energy Technology Co (г.Тяньцзинь, Китай)

²Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины
(г. Харьков, Украина)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Основными аргументами, свидетельствующими в пользу расширения масштабов производства и использования водорода, является имеющийся, но фактически не используемый в Украине, значительный потенциал ветроэнергетических ресурсов для получения экологически чистого энергоносителя – водорода.

В настоящее время основными ресурсами для получения водорода является органическое сырье, что не позволяет рассматривать его в качестве потенциального ресурса в связи с всевозрастающим их дефицитом.

Производство экологически чистого энергоносителя не должно осуществляться с загрязнением окружающей среды, снижая экономический эффект от внедрения водородных технологий.

Поэтому в качестве перспективных источников энергии для производства водорода, в первую очередь, следует рассматривать возобновляемые виды энергии, запасы которых характерны для многих регионов Украины.

В качестве проектов, которые могут быть реализованы в кратчайшие сроки с максимальной экономической эффективностью и имеющих большое значение для экономик Китая и Украины можно выделить работы, направленные на повышение эффективности использования энергии ветра и солнца в инфраструктуре топливно-энергетического комплекса на основе использования водородных технологий.

Современный уровень водородных технологий позволяет вырабатывать и накапливать водород непосредственно в условиях водородных заправочных станций и использовать его в качестве топлива в автомобильном транспорте.

Автомобильные компании мира уже давно начали производить транспорт с низким уровнем токсичности отработавших газов.

Однако, кардинальным решением транспортно-экологических проблем является использование водорода в качестве топлива.

Для преодоления энергоэкологического кризиса предлагается создание гелио-ветроводородных заправочных станций с целью обеспечения автотранспорта экологически чистым топливом – водородом.

Гелио-ветроводородную станцию предлагается создать с электролизером высокого давления – модульной схемы (5×100 кВт):

1. Мощность ветроэлектрического генератора – 200 кВт;
2. Мощность фотоэлектрических преобразователей – 300 кВт;
3. Давление в электролизере, накопительные емкости и баллонных модулях для товарных поставок 35,0 МПа;
4. Расход опресненной воды – $10 \text{ м}^3/\text{час}$;
5. Производительность одного модуля: водород – $120 \text{ нм}^3/\text{час}$, кислорода – $60 \text{ нм}^3/\text{час}$.

Результаты проведенных экспериментальных исследований расходно-массовых характеристик использованы при разработке элементов конструкции водородного накопителя и оптимизации его работы на переменных режимах, характерных для систем, использующих возобновляемые источники энергии.

Предлагаемые ветрозаправочные станции могут составить конкуренцию «Домашним Энергетическим Установкам» (Home Energy Station), которыми комплектуются автомобили Honda для выработки водорода в домашних условиях из бытового газа.

Применение в схеме комбинированной энергоустановки оригинальной электролизной технологии по сравнению с традиционными электролизерами обеспечивает следующие преимущества:

1. Снижение энергозатрат на единицу произведенного продукта составляют 3,8-4,1 кВт·ч/ м^3 .
2. Система обеспечивает генерацию газов с давлением ограниченным лишь прочностью конструкции корпусных элементов. На практике достигнут уровень 70 МПа.
3. Отсутствие разделительных мембран, что повышает надежность и безопасность эксплуатации системы.
4. В электрохимическом генераторе водорода и кислорода высокого давления не используются редкоземельные металлы и металлы платиновой группы, что удешевляет стоимость основного оборудования.
5. Чистота получаемого в результате электрохимической реакции водорода 99,98 % и кислорода 99,95 %.

Одна такая станция при непрерывной работе на расчетном режиме может выработать за сутки ~250 кг водорода. Это соответствует ~ 625 литрам бензина в энергетическом эквиваленте и уменьшению выбросов в атмосферу ~1250 кг CO₂.

Получение водорода и кислорода с высоким давлением исключает использование механических компрессоров, КПД которых не превышает 60 % и обеспечивает подачу энергоносителя непосредственно в бортовые газобаллонные системы хранения с заданным давлением.

Такие технологии по генерированию товарного водорода и кислорода с давлением 35,0 МПа и более, являются наиболее перспективными для современного автомобильного транспорта (автобусы, грузовые и легковые автомобили), особенно при их эксплуатации в условиях мегаполисов.

Предложенная инновационная технология позволит существенно снизить уровень нагрузки на окружающую среду, при уменьшении потребления топлив нефтяного происхождения.

Хан Вей, д-р. тех. наук.¹,

Соловей В.В., д-р техн.наук², E-mail: solovey@ipmach.kharkov.ua

Авраменко А.Н., канд.техн.наук²,

Внукова Н.В., д-р техн.наук³

¹Цзилиньский Университет (г. Чанчунь, Китай)

²Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины (г. Харьков, Украина)

³Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ АВТОНОМНЫХ ВОДОРОДЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ В КИТАЕ

Геоклиматические условия многих регионов Китая характеризуются перманентными проявлениями смоговых явлений, негативно сказывающихся на экологических показателях атмосферы.

Известно, что около 85 % по массе твердых частиц ($d_p < 100$ нм) в атмосфере являются продуктами эмиссии процессов горения в двигателях транспортных средств. При этом автомобильный транспорт служит основным источником этих выбросов в мегаполисах. Частицы ($1 < d_p < 100$ нм) являются не только прекурсорами для образования смоговых частиц под действием ультрафиолетового облучения, но и сорбентами для супертоксикантов, включая канцерогены. Поэтому наличие твердых частиц в атмосфере оказывает сильное влияние не только на формирование климатических условий, но и отрицательно влияют на здоровье людей.

Установлено, что основной причиной возрастания реакционной способности наночастиц при снижении их размера является увеличение степени энергетической неоднородности, связанной с возрастанием вклада

высокоэнергетических центров поверхности (центры с низким координационным числом, локализованные на вершинах, ребрах, уступах, в вакансиях и т. д.) в свободную энергию частицы.

Экологически нагруженные мегаполисы и регионы, такие как, например, Калифорния в США, Рур в Германии, Донбасс в Украине, Шеньянский регион в Китае и др., призваны играть ведущую роль в переходе человечества в эру водородной цивилизации. Несомненно, именно в мегаполисах, прежде всего, созреют условия для практической реализации законодательно-экономического механизма для постепенного разрешения их собственных экологических проблем, и, в то же время, именно мегаполисы послужат хорошим примером и экспериментальным полем для своих стран в их стремлении к устойчивому экологически безопасному развитию.

В этом случае человечество сможет избежать мировой экологической катастрофы и сохранить биосферу пригодной для жизни только одним единственным путем, а именно путем формирования экологического императива, являющегося безальтернативной идеологией общественного развития в будущем.

В качестве первоочередных проектов, которые могут быть реализованы с максимальной экономической эффективностью и имеющих большое социальное природоохранное значение следует выделить работы, направленные на повышение эффективности использования энергии ветра и солнца в инфраструктуре автотранспортного комплекса на основе использования водородных технологий.

Результаты исследований свидетельствуют, что применение водорода в качестве топлива обеспечивает кардинальное решение проблемы, связанной с выбросом твердых частиц транспортными и стационарными энергетическими установками.

Современный уровень водородных технологий, которые реализуются в электрохимических установках, созданных в ИПМаш НАН Украины, позволяет вырабатывать и накапливать водород в системах с высоким давлением, непосредственно в условиях водородных заправочных станций и использовать его в качестве топлива в автомобильных двигателях и энергоустановках судов каботажного плавания, что снижает токсичность отработавших газов транспортных средств и обеспечивает экономию углеводородных энергетических ресурсов.

С целью снижения остроты энергоэкологического кризиса предлагается расширить использование возобновляемых видов энергии путем создания солнечных ветроводородных заправочных станций (СВВС) на базе новейших технологий для обеспечения автотранспорта и судовых энергоустановок экологически чистым топливом – водородом. Исследования энергетических и режимных характеристик оборудования, которое было разработано для использования в технологических схемах СВВС, позволили определить основные показатели работы установки в зависимости от геоклиматических условий эксплуатации. Результаты анализа показали, что автономная

ветроводородная станция мощностью 200 кВт·ч при непрерывной работе на расчетном режиме может произвести за сутки ~100 кг (1100 м³) водорода, что соответствует ~300 л бензина в энергетическом эквиваленте и обеспечивает уменьшение выбросов в атмосферу 800 кг CO₂ и полностью исключает образование твердых частиц.

Применение в составе СВВС оригинальной электролизной технологии по сравнению с традиционными электролизерами обеспечивает снижение энергозатрат на 10-15 % на единицу произведенного продукта. При этом обеспечивается генерация водорода и кислорода высокого давления, что создает необходимые условия для использования данного электролизного оборудования в бескомпрессорных автозаправочных комплексах.

В результате обработки и обобщения информации, полученной в процессе экспериментальных исследований, сформированы научно-технические принципы создания электрохимических водородных аккумуляторов энергии и предложены пути оптимизации их работы на переменных режимах, характерных для реальных условий эксплуатации энерготехнологических установок в разных геоклиматических условиях.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Автомобільний факультет

НАУКОВІ ПРАЦІ

Міжнародної науково-практичної конференції

"Новітні технології розвитку автомобільного транспорту"

16-19 жовтня 2018 р.

Адреса: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

Відповідальний за випуск

О.В. Сараєв

Комп'ютерна верстка

О. В. Біловол

Всі матеріали збірника представлені в авторській редакції

Підписано до друку

Формат 60x84^{1/16}. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк ксерографічний. Ум. друк. арк. 15,4. Обл.-вид.арк. 13,25.

Наклад 200 прим. Зам. №12-16

Надруковано ТОВ «Видавництво «Форт»

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців

ДК №333 від 09.02.2001р.

61023, м.Харків, а/с 10325. Тел. (057)714-09-08