



МАТЕРІАЛИ

**V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«АВТОМОБІЛЬ І ЕЛЕКТРОНІКА.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

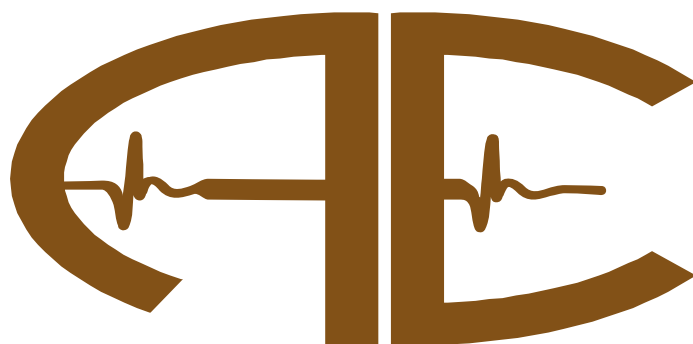
20-21 листопада 2017 р.

ХНАДУ



Міністерство освіти та науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет



МАТЕРІАЛИ

V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

**«АВТОМОБІЛЬ І ЕЛЕКТРОНІКА.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

20-21 листопада 2017 р
(Посвідчення УкрІНТЕІ від 22 грудня 2016 року № 798)

Харків, Україна
2017

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова

Туренко А.М., проф. (Україна, Харків)

Заступники голови

Гладкий І.П., проф. (Україна, Харків)

Левтеров А.І., проф. (Україна, Харків)

Бажинов О.В., проф. (Україна, Харків)

Члени оргкомітету

Алексієв О.П., проф. (Україна, Харків)

Бармин В.А., доц. (Білорусь, Мінськ)

Головащенко С.Ф., д.т.н. (США, Дирборн)

Димитров А.Й., проф. (Болгарія, Варна)

Букетов А.В., проф. (Україна, Херсон)

Батигін Ю.В., проф. (Україна, Харків)

Крайник Л. В., проф. (Україна, Львів)

Кравченко О.П., проф. (Україна, Житомир)

Поліщук В.П., проф. (Україна, Київ)

Гнатов А.В., проф. (Україна, Харків)

Тараненко М.Є., проф. (Україна, Харків)

Біліченко В.В., проф. (Україна, Вінниця)

Мурований І.С., доц. (Україна, Луцьк)

Puodžiukas Virgaudas, Dr., prof. (Lithuania, Vilnius)

Roland Lachmayer, Ph.D., Dr.-Ing (Germany, Leibniz)

Tropina Albina Albertovna, Dr., prof. (United States, Texas)

Viselga Gintas, Dr., assos. prof., (Lithuania, Vilnius)

Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich, prof., D. Sc. (Poland, Olsztyn)

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ЗА ПРОВЕДЕННЯ КОНФЕРЕНЦІЇ

кафедра Автомобільної електроніки Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету **ae.hnadu@gmail.com**

Зав. кафедрою **проф. Бажинов Олексій Васильович**
alexey.bazhinov@gmail.com

Відповідальний секретар: **доц. Аргун Щасяна Валіковна**
shasyana@gmail.com

Роботи друкуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

ЗМІСТ

Секція 1

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

ТЯГОВІ АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Аргун Щ. В., Ульянец О. А., Бармін В. А..... 10

ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Гаврилова Т. В, Кас'яненко Д. С..... 13

DEVELOPMENT OF THE JOINT INNOVATIVE EDUCATIONAL PROGRAM FOR MASTERS IN SPECIALTY "ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN TRANSPORT"

Hnatov A., Ponikarovska S., Kunicina N., Romanovs A.,
Zakis J., Mutule A..... 16

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ УКРАЇНИ

Гнатова Г. А., Аргун Щ. В..... 19

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Голіков О. Д., Аргун Щ. В..... 22

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ЦИКЛУ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВОГО АКУМУЛЯТОРА

Грицук І. В., Вербовський В. С., Володарець М. В., Краснокутська З. І.,
Погорлецький Д. С., Бородін С. В..... 25

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВОГО АКУМУЛЯТОРА І МЕТОДИКИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

Грицук І. В., Вербовський В. С., Погорлецький Д. С., Марченко В. В., Михайлов Р. І. 28

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Далека В. Х., Дмитрієв Ю. О..... 30

РЕЖИМ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ І ДВЗ

Двадненко В. Я., Трунова І. С. 32

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРОЛЕЙБУСІВ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Дембіцький В. М., Сітовський О. П. 35

СОНЯЧНИЙ ТРЕКЕР, ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ Дзюбенко О. А., Іващенко М. О.	38
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ, ПРИ РОБОТІ НА НАВАНТАЖЕННЯ Жила С. Ю., Дзюбенко О. А., Какубава Реваз.....	41
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ МАХОВИК ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ДЛЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ Ільченко А. В., Ломакін В. О.	44
ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЕКОНОМІЧНІСТЬ TOYOTA PRIUS Клименко С. І.	47
АВТОМОБІЛЬНЕ ПАЛИВО, ЯК ІНДИКАТОР РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ Круковська А. В., Аргун Щ. В.	49
ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ЧОТИРИЛАНКОВОГО ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ Мельничук С. В., Вітюк І. В., Бовсунівський І. А., Тростенюк Ю. І.	52
ПОРІВНЯННЯ ВИТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА Опанасюк Є. Г., Бегерський Д. Б., Новіков В. І., Купрейчук І. М.	55
АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ Поляков А. П., Біліченко В. В., Галушак Д. О.	57
СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ ПІКОВИХ СТРУМІВ СИСТЕМИ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПІДГРІВУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ Серіков Г. С., Mohamed Bushara.....	60
ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ Смирнов О. П., Борисенко А. О., Бикова О. В.	62
РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОЦИКЛА НА БАЗІ МОТОЦИКЛА AJS REGAL-RAPTOR EOS 350 Шеремет А. В.	65
ПРОТОЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ Шеремет А. В.	69
ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ ДЛЯ ГАЗОВОГО ДВИГУНА ВАНКЕЛЯ Дзюбенко О. А., Антошків О. В.	73
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА РАХУНОК ГІБРИДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ Бажинов О.В., Мауш Хаким	76

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ

Кравцов М. Н. 78

**ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ
ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ**

Бажинова Т. О. 81

Секція 2

**ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, РОЗВИТОК МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ
ДЛЯ ЕКОМОБІЛІВ. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА
ТРАНСПОРТІ**

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ
ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Волков В. П., Грицук І. В., Грицук Ю. В., Волков Ю. В., Симоненко Р. В.,
Матейчик П. В., Курносенко Д. В. 85

**СХЕМИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ
МОДУЛЯХ. СОНЯЧНА ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ**

Гнатов А. В., Ghazwan Al-Haji, Kenneth Asp, Aleksander Śladkowski,
Grzegorz Kubica, Mirosław Witaszek 88

**СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЛІТІЙ-ІОННОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ
БАТАРЕЇ**

Дзюбенко О. А., Гайдамака В. О. 91

**ОЦІНКА ЕЛЕКТРИЧНОГО АВТОБУСА З СУПЕРКОНДЕНСАТОРНИМ
БЛОКОМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ**

Підгора О. В., Гнатов А. В., Барудов С. 95

**СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ С
ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ БЕЗОПАСНОСТИ**

Серикова И. А., Mohamed Bushara 98

**ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНУ. ОСНОВНІ
ВИДИ ТА ТИПИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

Череватий В. О., Гнатов А. В., Букетов А. В., Белоусов Є. В., Мурований І. С. 100

**МЕТОДИ МАРШРУТИЗАЦІЇ ПАКЕТІВ ДАНИХ В МОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ
ТЕЛЕМАТИКИ**

Мнушка О.В. 104

**АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ
СУЧАСНИМ АВТОМОБІЛЕМ**

Даниленко К. І., Клец Д. М. 107

Секція 3

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ І
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ**

**ОСНОВИ РОЗПОДІЛЕННЯ ФУНКЦІЙ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ
РУХОМ У МІСТАХ**

Абрамова Л. С. 110

**ДО ПИТАННЯ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ СХЕМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ
МОНІТОРИНГУ АВТОМОБІЛЯ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Грицук І. В., Волков В. П., Грицук Ю. В., Волков Ю. В. 113

ДАТЧИКИ КУТА ПОВОРОТУ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Дзюбенко О.А., Hudak O. 115

**АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЗНАЧЕНЬ
ДОСЛІДЖУВАНОЇ ВЕЛИЧИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ
ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНОГО ЗГЛАДЖУВАННЯ МЕТОДОМ БРАУНА**

Козачок Л.М., Козачок А.Є. 119

**ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦИИ,
СВОДИМЫХ К ЗАДАЧЕ КОММИВОЯЖЕРА**

Маций О. Б. 123

СУЧАСНИЙ КОМП'ЮТЕРНИЙ ІНЖИНІРИНГ: ІНВАРІАНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Ніконов О. Я., Аврамов К. В., Успенський Б. В. 127

**ВИЗНАЧЕННЯ АПАРАТУРИ СКАНУВАННЯ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА БЕЗПІЛОТНОГО АВТОМОБІЛЯ**

Ніконов О. Я., Полосухіна Т. О., Сіндєєв М. В. 131

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМИ
АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ З НЕЙРО-ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРОМ**

Ніконов О. Я., Шуляков В. М., Фастовець В. І. 134

**МОДЕЛЮВАННЯ КОЛИВАНЬ ПІДРЕСОРЕНОЇ МАСИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ
ЗМІНІ КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ АМОРТИЗАТОРА**

Рожков П. П., Рожкова С. Е. 137

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГРУПОВОГО ХАРАКТЕРУ РУХУ НА
БЕЗПЕКУ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

Семченко Н. О. 140

**ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГОЛОВНОГО
СВІТЛА АВТОМОБІЛЯ**

Сильченко В. О. 143

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ
ТЕМПЕРАТУРЫ В ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ**

Симбирский Г. Д. 146

Секція 4
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА
І РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

**ВИМОГИ ЩОДО ВИТРАТОМІРІВ БІОПАЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНИХ
ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

Безвесільна О. М., Ільченко А. В. 150

**КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНИХ ПІДВІСОК В УМОВАХ ПОСТА
ДІАГНОСТИКИ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ**

Бороденко Ю. М. 154

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Воронов Р. В. 157

**ФОРМУВАННЯ ГЕОМЕТРИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИРОБІВ
ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Дудукалов Ю. В., Чигрин А. О., Мусієнко В. О. 160

**КЕРОВАНІЙ АМОРТИЗАТОР З МАГНІТНОЮ РІДИНОЮ ДЛЯ
АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ**

Кисловський С. В., Гнатов А. В., Dmitry Hehenia 164

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ИНЕРЦИОННОЙ
МАССЫ РОЛИКОВОГО СТЕНДА**

Мармут И. А. 166

**БОРТОВИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОСИЛОВІЙ УСТАНОВЦІ
АВТОМОБІЛЯ TOYOTA PRIUS**

Бажинов О. В., Панікарський О. С., Ходак С. С. 169

**ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ В СУЧАСНИХ
ТЕХНОЛОГІЯХ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

Сабокар О. С., Стрельнікова В. А., Чаплигін Є. О. 172

**ІНДУКТОРНА СИСТЕМА З ЕКРАНОМ, ЩО ПРИТЯГУЄ, ТА ПЛОСКИМ
ПРЯМОКУТНИМ СОЛЕНОЇДОМ – ІНСТРУМЕНТ МАГНІТНО-
ІМПУЛЬСНОГО ПРИТЯГАННЯ**

Чаплигін Є. О., Барбашова М. В., Оковита Я. 174

**АВТОМАТИЗОВАНІ ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Шавкун В. М., Чубенко В. В. 177

**ЕЛЕКТРОННИЙ ПАСПОРТ ПОВНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І
ТРАНСПОРТНИХ МАШИН**

Грабар І. Г. 179

Секція 1

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

ТЯГОВІ АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Аргун Щ. В.¹, Ульянец О. А.¹, Бармін В. А.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Білоруська державна політехнічна академія, Мінськ, Республіка Білорусь

ВСТУП

Сьогодення вимагає від автовиробників переходити на виробництво автомобілів на електричній тязі. Але важливою умовою цього переходу є збереження усіх технічних характеристик, що мають автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Однією з таких характеристик є відстань, яку може подолати авто без підзарядки. Тому, коли мова йде про електромобілі – важливим параметром є ємність тягової акумуляторної батареї (АКБ) [1,2].

Мета та постановка задачі. Метою роботи є визначення найбільш ефективних АКБ для використання у якості тягових джерел струму для електромобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести огляд існуючих АКБ; зробити порівняльний аналіз технічних і експлуатаційних характеристик АКБ.

Вимоги до тягової акумуляторної батареї

Як відомо, вартість АКБ складає близько 40% від загальної вартості електромобіля [3]. Тому правильний вибір АКБ і визначення оптимальних характеристик експлуатації дозволить найдовше зберегти її не погіршивши технічні характеристики автомобіля.

При виборі тягової АКБ для електрокару важливі наступні характеристики:

- висока щільність енергії, яка може бути досягнута за один заряд – для забезпечення великої дальності пробігу;
- висока щільність енергії, що дозволяє досягти стабільної потужності з глибокими характеристиками розряду – для прискорення і збільшення потужності електромобіля;
- тривалий термін служби без обслуговування і складних захисних систем, вбудованих в акумулятор;
- можливість використання у якості вторинної батареї (екологічність).

Але, окрім цього, важливими характеристиками АКБ є маса-габаритні розміри, робоча температура та ціна.

Різні типи АКБ

Перед проведенням порівняльного аналізу необхідно звернути увагу на світових виробників електрокарів з точки зору використання ними акумуляторних батарей.

Передові позиції за поширенням займають Li-ion та NiMH акумулятори [4].

Проведений аналіз накопичувачів енергії дозволяє визначити основні технічні характеристики, на які необхідно орієнтуватися при виборі накопичувача енергії.

Для вибору найбільш прийняттого типу накопичувача енергії у якості тягової АКБ були вибрані наступні характеристики:

- компактність;
- швидкий процес заряду;
- простота утилізації;
- ефект пам'яті;
- допустимий перезаряд;
- глибина розряду (DOD).

Аналіз зарядних характеристик з кількісним і якісним порівнянням показників накопичувачів енергії різних видів показав, що в якості тягових джерел енергії більше усього підходять: літій-полімерні, літій-титанатні акумулятори і ультраконденсатори (УК).

Усі вони мають:

- високі показники питомих характеристик;
- високі значення допустимих зарядних і розрядних струмів;
- можливість швидкого заряду;
- відсутність необхідності обслуговування; максимальний термін служби; низькі свідчення саморозряду;
- відсутність «ефекту пам'яті».

Авжеж, кожен з трьох вище зазначених типів накопичувачів енергії має свої особисті недоліки і переваги, а тому вибір конкретного типу в подальшому буде залежати від умов експлуатації і інших факторів.

Тож перед вибором накопичувача енергії у якості тягового джерела струму необхідно відповісти на наступні питання:

- для якого споживача з фінансової точки зору розробляється електромобіль, бо між вартістю зазначених АКБ є великі розбіжності, а вартість джерела струму становить майже половину вартості всього авто;
- для яких цілей буде використовуватися електрокар – поїздки на невеликі відстані у міському режимі експлуатації чи міжміські;
- для особистих потреб чи для загального використання;
- для роботи в яких кліматичних умовах (максимальні і мінімальні температури);
- використання для особистих потреб чи для комерційних перевозок (окупність) тощо.

Тільки після отримання відповідей на ці питання можна буде чітко визначити який тип накопичувача енергії необхідно використовувати.

Наприклад для міського громадського транспорту (електробусів, тролейбусів з автономним ходом) у якості тягового накопичувача енергії краще всього використовувати УК, бо вони здатні без особливої шкоди для себе миттєво сприймати дуже великі струми, що робить їх незамінними, наприклад, при ризькому уповільненні транспортного засобу. До того ж УК можуть дуже швидко заряджатися (наприклад, під час посадки/висадки пасажирів) і мають найбільший термін служби (кількість зарядів/розрядів при правильній експлуатації може досягати мільйона). Але треба відмітити і те, що для безперебійної і надійної роботи такого виду транспорту необхідно налаштувати інфраструктуру – встановити на зупинках зарядні станції, що потребує додаткових матеріальних вкладень.

Якщо мова йде про розробку малолітражного електромобілю для городянина, то задля здешевлення, у якості АКБ більше підходять літій-іонні акумулятори. Серед них особливо виділяється своїми перевагами літій-титанатний акумулятор. До цих переваг відноситься: час заряду – 10-15 хв; кількість циклів розряду/заряду досягає 20000, що в 10 разів більше ніж звичайні АКБ; він безпечний в експлуатації; добре переносить низькі температури. Але на сьогодні LT акумулятор має серйозний недолік – це його вартість, що більша в 2-2,5 рази за інші Li-ion акумулятори.

Варто відмітити, з кожним роком ціна АКБ неупинно зменшується. Передбачається, що їх майбутнє здешевлення може відбуватися навіть швидше, ніж це прогнозується сьогодні [5], а це відкриває нові можливості для розвитку і популяризації електромобілів в світі.

Варто відмітити, що після вибору типу АКБ необхідно провести аналіз чинників, які впливають на її ресурс, щоб в подальшому мати змогу вибрати оптимальний режим експлуатації джерела струму [6].

Відомо, що одним з таких чинників є саморозряд, бо усі основні накопичувачі енергії схильні до саморозряду. Цьому сприяють і витрати енергії на системи захисту АКБ від перезарядки. Окрім цього на процеси саморозряду впливають наступні механізми: розкладання електроліту на електроді; спонтанне впровадження літію в об'єм позитивного електроду; розчинення матеріалу електроду [7].

Крім того на ресурс АКБ впливають:

- процеси деградації в Li-ion ;
- глибина розряду;
- зарядні-розрядні струми;
- температура тощо.

У подальших роботах планується проведення детального аналізу всіх вище зазначених чинників з метою винайдення способів зменшення їх впливу на життєвий цикл АКБ.

ВИСНОВКИ

Проведено огляд і аналіз сучасних накопичувачів енергії, який показав, що при виборі тягової АКБ для електромобіля треба визначити пріоритетність характеристик за якими буде здійснюватися вибір. Вибір АКБ залежить від майбутніх умов експлуатації електромобілю і його кінцевої вартості. Для міського громадського транспорту (електробусів, тролейбусів з автономним ходом) у якості тягового накопичувача енергії краще всього використовувати УК.

Для малолітражного міського електромобілю у якості тягової АКБ більше підходять літій-іонні акумулятори. Серед них особливо виділяється своїми перевагами літій-титанатний акумулятор.

На ресурс АКБ впливає цілий ряд чинників: глибина розряду; температура акумулятора; зарядно-розрядні струми. У подальших дослідженнях необхідно провести більш глибокий аналіз чинників, що впливають на зменшення ресурсу АКБ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Dhameja S. Electric vehicle battery systems / Dhameja S. – Newnes, 2001. – 230 с.
2. Khaligh A. Battery, ultracapacitor, fuel cell, and hybrid energy storage systems for electric, hybrid electric, fuel cell, and plug-in hybrid electric vehicles: State of the art / A. Khaligh, Z. Li // IEEE transactions on Vehicular Technology. – 2010. – Т. 59. – №. 6. – С. 2806-2814.
3. Оспанбеков Б. К. Оптимизация ресурсопределяющих эксплуатационных режимов тяговых аккумуляторных батарей электромобилей : дисс. ... кандидата техн. наук : 05.09.03 / Оспанбеков Бауржан Кенесович. – М., 2017. – 170 с.
4. Young K. Electric vehicle battery technologies / K. Young [та ін.] // Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks. – Springer New York, 2013. – С. 15-56.
5. 5 Гнатов А. В. Ретроспектива основних етапів розвитку електромобілів. Частина 2 / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун // Вісник ХНАДУ. – 2016. – № 78. – С. 116-124.
6. Burke, Andrew. Ultracapacitors: Why, How, and Where is the Technology. Institute of Transportation Studies. UC Davis: Institute of Transportation Studies (UCD). / Матеріали сайту – 2000. – Режим доступу: <http://escholarship.org/uc/item/9n905017>.
7. Каневский Л. С. Деградация литий-ионного аккумулятора и методы борьбы с ней / Л. С. Каневский, В. С. Дубасова // Электрохимия. – 2005. – Т. 41. №1. – С. 3-19.

ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Гаврилова Т. В, Кас'яненко Д. С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Зростання цін на енергоносії, вичерпування ресурсів основних видів енергоносіїв, а також обмежені можливості розвитку атомної та гідроенергетики, змушують звернути увагу на поширення використання альтернативних енергоносіїв. Відзначимо також, що паливно-енергетичний комплекс створює не аби-які проблеми з точки зору екологічного забруднення навколишнього середовища.

На сьогоднішній день альтернативні джерела енергії складають від 4 до 8 % загального обсягу світової енергетики. На думку Міжнародного енергетичного агентства енергія, одержана від сонця, вітру, води, тепла Землі, а також біомаси, збільшиться в 203 році у всьому світі до 16 % від всього виробництва, а Європейський галузевий союз вважає реальним такий приріст до 35 %.

Що стосується ситуації в Україні, то фактична структура сукупного споживання первинної енергії в Україні за роки її становлення як незалежної держави склалася так: природного газу – 41 %, нафти – 19 %, вугілля – 19 %, урану – 17 %, гідроресурсів та інших поновлюваних джерел – 4 %.

Результати аналізу і оцінки енергетичного потенціалу всіх видів нетрадиційної енергії в регіонах України, наведені в роботах [1-3]. В них розглянуті також можливості перетворення, використання та акумуляції енергії альтернативних джерел. Показано, що для успішного впровадження різних нетрадиційних джерел енергії необхідно посилити, а в окремих випадках переглянути, комплексне забезпечення зацікавленості підприємств і організацій у використанні таких джерел, а саме: юридичне, економічне, технічне забезпечення.

Застосування нетрадиційної енергетики, заснованої на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для одержання енергії в певному виді є один із шляхів вирішування проблем енергопостачання.

Найефективнішими пристроями для перетворення сонячної енергії у електричну є напівпровідникові фотоелектричні перетворювачі (ФЕП), оскільки дозволяють здійснити прямий, одноступінчатий перехід енергії. Перетворення енергії в ФЕП ґрунтується на вентильному фотоелектричному ефекті, що виникає в неоднорідних напівпровідникових структурах при дії на них сонячного випромінювання. Сонячні батареї (СБ) на основі кремнію становлять на сьогоднішній день близько 85 % усіх випущених сонячних панелей. Історично це обумовлено тим, що при виробництві СБ на основі кремнію використовувалася великий технологічний заділ і інфраструктура мікроелектронної промисловості.

Задачею даного дослідження являється проведення аналізу і оцінки ефективності використання енергозберігаючих та енерговиробляючих технологій в умовах конкретного приміщення. Рішення поставленої задачі поділяється на декілька етапів:

1. вибір схеми електроснабження із застосуванням сонячних батарей;
2. розрахунок економічної схеми штучного освітлення приміщення;
3. вибір сонячної панелі і комп'ютерне моделювання її роботи;
4. розрахунок кількості елементів сонячної батареї для обраної схеми електропостачання в умовах даного регіона;
5. розрахунок економічної ефективності.

Роздивимось результати кожного етапу.

1. Виходячи із заданої системи штучного освітлення навчального корпусу університету і графіка добового активного навантаження розроблена схема електропостачання із

застосуванням сонячних батарей, яка складається з таких елементів: самі сонячні батареї (модулі); контролер; інвертор; прилад автоматичного введення резерву (АВР); акумулятори. Вибрана схема може працювати паралельно з електромережею, тобто може використовуватися як основна, так і у вигляді резервної.

2. Враховуючи, що в основному режимі (без інверторів) вибрана схема постачає постійний струм, економічно вигідніше застосовувати для освітлення світлодіодні стрічки із або світлодіодні світильники. Обчислення кількості світлодіодних стрічок із світлодіодами типу SMD3014, проведене з урахуванням заданої площі і висоти приміщення, а також значень коефіцієнтів відбиття і індексу приміщення для заданих норм освітлення [4], дозволило отримати необхідну кількість – 350 стрічок довжиною 1 метр кожна.

3. Моделювання сонячної панелі (СП) проводилось з використанням елементів програми MATLAB / Simulink [5]. Комп'ютерна модель виконана для кремнієвої монокристалічної СП типу ФСМ-200М, яка має такі технічні дані: номінальна потужність – 200 Вт, напруга холостого ходу – 45,5 В, робоча напруга – 37,2 В, робочий струм – 5,38 А, ККД – 17,34 %, площа поверхні – 1,28 м² і кількість фотоелементів – 72.

В результаті розрахунків одержана вольт-амперна характеристика сонячної панелі ФСМ-200М для рівня освітленості 1000 Вт / м², а також залежність вихідної потужності цієї панелі від рівня сонячної інсоляції за один день.

4. Для розрахунку необхідного числа панелей скористалися статистичними даними стосовно виробленої енергії для однієї сонячної панелі типу ФСМ-200М, показниками погодних умов по місяцям і середнього місячного рівня сонячної радіації для Харкова [6,7]. Враховуючи, що кожен метр стрічки споживає струм 1 А, маємо для 9-ти годин роботи приміщення необхідну енергію для освітлювання – 4200 А · год (із запасом 33 %).

Для її забезпечення, наприклад, в травні місяці при тривалості часу опромінення $\Delta t_c = 10,8$ год необхідне число панелей буде дорівнювати 72 із сумарною виробляємою потужністю $P = 14,4$ кВт.

Для підтримки постійного енергопостачання пропонуємо застосувати 22 акумулятора на 200 А · год. Найбільш ефективним є використання спеціальних акумуляторів – гелевих (в батареї в якості електроліту застосовується сірчана кислота) і свинцевих батарей, які зроблені по AGM-технології.

Необхідний нам контролер визначаємо через основні компоненти системи – сонячні батареї з такими сумарними характеристиками: потужність 14,4 кВт, напруга 30,3 В, струм 389 А. Для струму необхідний поправочний коефіцієнт запасу 1,15. Отже розрахунковий струм 447,35 А. Оскільки струм надто великий, вибираємо 8 контролерів EPSOLAR VS6024N з наступними параметрами: допустимий струм 60 А, напруга заряду акумуляторів 12 ... 24 В, допустима вхідна напруга з панелей 60 В.

Порівняльні дані потужності, яку споживає освітлення світлодіодними стрічками за робочий день, і потужності, яку виробляє сонячна батарея із 72 панелей у червні місяці, дозволяють зробити висновок, що у літні місяці, енергія, що виробляється сонячними панелями, може затрачуватися не тільки на освітлення аудиторій, а також для живлення електроприладів постійного струму у лабораторіях або змінного – через інвертори.

5. Розрахунки економічної ефективності з урахуванням вартості комплектуючих і установки на даний час показують, що якщо при заміні люмінесцентного освітлення на світлодіодне окупаємість такої заміни планується за 2,5 року, то, на жаль, при існуючій вартості на придбання комплекту сонячних батарей навіть за 20 років автономного існування від централізованих електромереж ніякої економічної вигоди від використання сонячних батарей чекати не варто.

ЛІТЕРАТУРА

1. Возняк О. Т., Янів М. Є. Енергетичний потенціал сонячної енергетики та перспективи його використання в Україні [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://vlp.com.ua/node/4804>.

2. Півняк Г. Г. Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г. Г. Півняк, Ф. П. Шкрабець; Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. – 109 с.
3. Бабієв Г. М. Перспективи впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні / Г. М. Бабієв, Д. В. Дероган, А. Р. Щокін // Електричний Журнал,- Запоріжжя: ВАТ "Гамма", №1.– 1998.– С. 63-64.
4. Норми освітленості і кольоропередачі в приміщеннях. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://svitok.kiev.ua/article/4>.
5. Фролкова Н. О. Компьютерное моделирование вольтамперных характеристик солнечных батарей / И. В. Абраменкова, Н. О. Фролкова // Тезисы докладов XIV международной н.-техн. конференции студентов и аспирантов. 2008. – С. 381–383.
6. Погода в Харькове [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://pogoda.turtella.ru/Ukraine/Kharkiv/january/>.
7. Средний месячный уровень солнечной радиации в городах Украины [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://alternativenergy.ru/solnechnaya-energetika/130-solnechnaya-postoyannaya.html> .

DEVELOPMENT OF THE JOINT INNOVATIVE EDUCATIONAL PROGRAM FOR MASTERS IN SPECIALTY "ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN TRANSPORT"

Hnatov A.¹, Ponikarovska S.¹, Kunicina N.², Romanovs A.², Zakis J.², Mutule A.²

¹Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine,

²Riga Technical University, Latvia

INTRODUCTION

The specialty "Energy-saving technologies in transport" is urgent due to the growing interest to sustainable development of energy-saving technologies and electric automobile transport. Steady progress in the field of electronics and information technologies, including those in the automobile transport requires training of qualified specialists for the designing and maintenance of modern equipment, taking into account the sustainable development of energy-efficient road transport infrastructure [1-5].

It is proven by steady growth in the number of hybrid and electric vehicles which require a completely new concept for the development of infrastructure for their maintenance and repair.

The successful development and promotion of environmentally friendly automobile transport is impossible without building a broad urban and suburban network of charging stations for electric and plug-in hybrid cars. These charging stations must be equipped in accordance with the European standards of environmental safety, with maximum use of renewable and alternative energy sources, such as solar panels, wind turbines, etc.

Development of the infrastructure of a modern transport network also implies introduction of the totality of means with the general title "Smart Roads", which includes: interactive road lighting, indication of the state of the road surface depending on weather conditions, wireless charging of electric vehicles on the road, active road marking with the possibility of quick redistribution of modes and traffic lanes depending on traffic intensity, etc.

This type of roads is a complex electrical information system capable of working independently and covering not only its own needs in electrical energy but also those of other electric consumers. In particular, it means the expansion and integration of energy saving technologies into the up-to-date transport infrastructure in accordance with the requirements of modern types of energy-efficient transport [4-10].

For the planning and implementation of the sustainable development of the energy-efficient transport infrastructure appropriate personnel is needed – specialists who are able to develop and design such systems, provide maintenance and repair of not only hybrid and electric vehicles, but also electrical, electronic and information systems of the infrastructure.

The introduction of the proposed joint educational program into the learning process (for all participants of the project) will result in receiving common (double, multilateral) Master's degrees in specialty "Energy-saving technologies in transport." That, in turn, is one of the priorities of cooperation in the field of education not only in Europe but also throughout the world. These innovations will help to modernize education and improve its quality and efficiency.

At the moment Masters of specialty "Energy-saving technologies in transport" are in great demand in the labor market, as modern manufacturing and design companies are interested in increasing their productivity and, ultimately, competitiveness, and, in the present conditions, the use of energy-saving technologies and energy-efficient transport is one of the ways of achieving these advantages [11-17].

The aim of the project

Development of the joint innovative educational program for Masters in specialty "Energy-saving technologies in transport" to meet the needs of both social sphere and the labor market.

THE MATERIALS AND RESULTS OF THE RESEARCH

Project Objectives

1. Development of the joint innovative educational program for Masters in specialty "Energy-saving technologies in transport" for all participants of the project to meet the needs of both social sphere and the labor market.

2. Development of courses, curricula and training materials for Masters in specialty "Energy-saving technologies in transport."

3. Creating opportunities for international cooperation in the field of innovation and technical education by teaching practical technical English to the staff of Ukrainian universities participating in the project.

The focus of the project (strategic objectives)

1. Improving the quality of higher education and its modernization in electrical engineering specialties due to teachers' further training.

2. Strengthening the competence and skills of higher education institution teaching staff due to introduction of the joint innovative educational program for Masters using the possibilities of modern IT-technologies.

3. Expanding inter-university cooperation and exchange of best practices between different regions of the country (Europe, the world) in the field of energy-saving technologies, electric vehicles and transport infrastructure.

4. Increasing the accessibility and improving the quality of education in electrical engineering.

5. Raising public awareness on the issue of modernization of higher education in electrical engineering specialties.

EXPECTED RESULTS

- the joint innovative educational program for Master's degree in specialty "Energy-saving technologies in transport" will be developed and prepared for introduction;

- training courses, curricula and materials for training Masters in specialty "Energy-saving technologies in transport" with the use of IT-technologies will be developed;

- the staff of Ukrainian universities – project participants – will be taught practical technical English (lecturers will receive the certificates that they have passed this English course);

- competence and skills of universities-participants of the project will be strengthened, inter-university cooperation and exchange of best practices will be expanded;

- accessibility of education in electrical engineering specialties will increase and its quality will improve;

- the Web site for dissemination of knowledge and exchange of best practices in the specialty "Energy-saving technologies in transport" will be developed;

- a unified electronic library (based on the Web site), that will make it possible for all partners and project participants to use the developed teaching materials in specialty "Energy-saving technologies in transport" will be created.

- joint scientific-technical and methodological conferences will be conducted, joint articles, abstracts, monographs, educational papers, patents, manuals, and other scientific and educational materials will be prepared and published.

REFERENCES

1. Jochem, P., Babrowski, S., & Fichtner, W. (2015). Assessing CO₂ emissions of electric vehicles in Germany in 2030. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78, 68-83.
2. Hawkins, T. R., Singh, B., Majeau-Bettez, G., & Strømman, A. H. (2013). Comparative environmental life cycle assessment of conventional and electric vehicles. *Journal of Industrial Ecology*, 17(1), 53-64.

3. Mwasilu, F., Justo, J. J., Kim, E. K., Do, T. D., & Jung, J. W. (2014). Electric vehicles and smart grid interaction: A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 501-516.
4. Kim, J., Rasouli, S., & Timmermans, H. (2014). Expanding scope of hybrid choice models allowing for mixture of social influences and latent attitudes: Application to intended purchase of electric cars. *Transportation research part A: policy and practice*, 69, 71-85.
5. Wesseling, J. H., Faber, J., & Hekkert, M. P. (2014). How competitive forces sustain electric vehicle development. *Technological Forecasting and Social Change*, 81, 154-164.
6. Zhou, Y., Wang, M., Hao, H., Johnson, L., & Wang, H. (2015). Plug-in electric vehicle market penetration and incentives: a global review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(5), 777-795.
7. Andrey Gnatov and Schasyana Argun, "New Method of Car Body Panel External Straightening: Tools of Method," *International Journal of Vehicular Technology*, vol. 2015, Article ID 192958, 7 pages, 2015. doi:10.1155/2015/192958
8. Bellekom, S.; Benders, R.; Steef, P.; Moll, H. Electric cars and wind energy: Two problems, one solution? A study to combine wind energy and electric cars in 2020 in The Netherlands. *Energy* 2012, 45, 859–866.
9. Z. Liu, F. Wen, and G. Ledwich, "Optimal planning of electric-vehicle charging stations in distribution systems," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 28, no. 1, pp. 102–110, 2013
10. Kabalci, E. (2013). Design and analysis of a hybrid renewable energy plant with solar and wind power. *Energy Conversion and Management*, 72, 51-59.
11. Richardson, D. B. (2013). Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, Impacts, and renewable energy integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 247-254.
12. Traube, J., Lu, F., Maksimovic, D., Mossoba, J., Kromer, M., Faill, P., ... & Casey, L. (2013). Mitigation of solar irradiance intermittency in photovoltaic power systems with integrated electric-vehicle charging functionality. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 28(6), 3058-3067.
13. United States Design Patent № US D 712,822 S Solar Roadway panel. Scott David Brusaw, Julie Ann Brusaw. Sep.9, 2014.
14. A. Gnatov, Sch. Argun, and O. Ulyanets, "Energy-saving technologies in transport," *Luck. Research Notes*, vol. 55, pp. 80–86, 2016.
15. BYD Electric Car [Electronic resource] – 2016. – Access mode: http://evsroll.com/BYD_Electric_Car.html (on 3 July 2016).
16. Capacity Building in the Field of Higher Education 2017 [Electronic resource] – 2017. – Access mode: http://eacea.ec.europa.eu/erasmus-plus/funding/capacity-building-in-field-higher-education-2017_en.
17. LAW OF UKRAINE On Higher Education. Verkhovna Rada of Ukraine; Act of 01.07.2014 number 1556-VII [Electronic resource] – 2017. – Access mode: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ УКРАЇНИ

Гнатова Г. А.¹, Аргун Щ. В.²

¹Харківська гімназія №12, Україна,

²Харківській національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Рівень автомобільного ринку будь-якої країни є показником її економічного розвитку і показником добробуту громадян. Але авторинок неможна розглядати лише з кількісної точки зору. Дуже важливим параметром є те, які саме автомобілі користуються попитом у держави і її населення. Наприклад найбагатші країни, такі як Норвегія, вже не цікавляться авто з ДВЗ, а ставлять за цілю, якомога швидше, пересадити своїх автоводіїв на електромобілі, бо вони мають фінансові можливості думати не тільки про комфорт, але і про екологію.

Мета роботи: визначення перспективи розвитку автомобільного ринку України.

Для досягнення заданої цілі необхідно: провести аналіз виробників авто в Україні; визначити динаміку розвитку сучасного світового і українського авторинків.

Сучасний авторинок

Сучасний український авторинок складається як з авто, що вироблені або зібрані в країні, так і з машин завезених з-за кордону. Та кількість останніх складає значно більший відсоток від загального.

На території нашої країни є кілька іноземних автовиробників, які орендують або купили площі, і займаються не тільки велико-вузловим складанням, але і виробництвом деяких моделей авто практично з «нуля». Найвідомішими з таких виробників є Chery і Chevrolet [1].

Компанія Chevrolet почала співпрацювати з ЗАЗ і вони разом випустили модель під назвою Chevrolet Chance, рис. 1,а. Дизайн і технічні характеристики у Chance залишилися від автомобіля Chevrolet Lanos, але ціна зменшилась.

Корейський автовиробник SsangYong збирає свої автомобілі у Кременчуці, де і випускає у світ нові Geely CK, рис. 1,б.



Рис. 1 – Автомобілі, що виробляються в Україні: а – Chevrolet Chance; б – Geely CK

Неможна не відмітити, офіційного виробника автомобілів марок VW Group в Україні – «Єврокар», який є одним з найбільших в нашій державі. На його заводах складають такі автомобілі, як: SEAT, Volkswagen, Škoda і Audi.

Важливою характеристикою сучасного стану авторинку, є кількість проданих машин. Тож, за даними інформаційно-аналітичної групи AUTO-Consulting, в порівнянні з першим півріччям 2016 року, вітчизняний ринок нових легкових автомобілів виріс на 35%. А саме, за 6 місяців 2017-го було продано 42694 нових автомобілів. Всього ж український авторинок безперервно зростає вже 18-й місяць поспіль [2].

Цікаво, що за статистичними даними «УкрАвтопром», лідером українського ринку нових автомобілів в першому півріччі 2017 року стала Toyota зі своєю найпопулярнішою моделлю Toyota RAV4. Другу позицію за собою зберегла Renault з її Renault Logan, а ось брендом №3 стала Kia з найпопулярнішою Kia Sportage, рис. 2 [2, 3].



Рис. 2 – Лідери українського ринку автомобілів в першому півріччі 2017 р.:
а – Toyota RAV4; б – Renault Logan; в – Kia Sportage

Провідним українським виробником машин є Запорізький автомобілебудівний завод ЗАЗ. В статистиці продажів за 2017 рік він займає 12 місце.

Але неможна не помітити нову течію на автомобільному ринку України, а саме розповсюдження екологічно чистого і дешевого виду транспорту – електромобілів (авто, що замість ДВЗ має один або декілька електродвигунів і живиться від акумуляторів).

Варто зазначити, що електромобіль був винайдений раніше, ніж двигун внутрішнього згоряння. Десь в період з 1832 по 1839 роки Роберт Андерсон сконструював прототип електромобіля. Перші електрокари швидко набули популярності, проте з часом інтерес до них впав. Більшої популярності набули звичні нам моделі авто з ДВЗ [4].

Але на початку ХХІ століття почалося відродження електромобілів. В 2003 р. було засновано одну з найвідоміших сучасних компаній Tesla Motors. Це американська автомобільна компанія з Кремнієвої долини, орієнтована на виробництво електромобілів.

На сьогодні майже всі світові автовиробники почали випускати електромобілі. А деякі з них взагалі відмовляються від виробництва авто з ДВЗ.

Згідно зі статистичними даними головного сервісного центру Міністерства Внутрішніх справ по автопарку електромобілів в Україні, в 2017 р. за перші шість місяців в Україні зареєстровано 1668 електромобілів, а це 4,17% від усіх зареєстрованих легкових авто. Це величезна цифра, бо масове поширення електромобілів в Україні почалося лише у 2015 році. На кінець 2015 року в Україні було зареєстровано лише 568 електрокарів, з яких 453 – у 2015 році [5]. Тобто всього за 2 роки відсоткове співвідношення електромобілів до звичайних авто з ДВЗ збільшилося з нуля аж до 4 %.

Інфраструктура зарядок для електромобілів в Україні фантастично швидко розвивається, і наздоганяє своїх європейських і американських колег. В цьому питанні треба окремо винести подяку Tesla Club Україна. Дивлячись на досвід Європи, вони почали вчитися на їх помилках і розробили концептуально нову ідею. На сьогоднішній час в їх партнерській мережі є близько ста зарядних станцій і найцікавіше те, що вони є загальнодоступними і безкоштовними [6].

Але у містах зарядні станції не є настільки потрібними, як це здається на перший погляд, бо у більшості випадків власники електромобілів заряджають свої авто вдома вночі.

На даний момент електромобілі дорожчі за звичайні. Якщо взяти новий електромобіль, то він буде приблизно на 20 % дорожчий за звичайний. Але, коли людина бере звичайний автомобіль, вона не замислюється над тим скільки буде витратити на сервіс, на обслуговування, і ці 20 % знівелюються буквально через 2-3 роки. І після цього електромобіль почне працювати на свого власника, в той час коли бензиновий або дизельний автомобіль продовжує «жертвувати» все більше і більше грошей і часу свого господаря.

До того ж, зараз ведеться розгляд законопроекту № 7156-2 від 17.10.2017 р. про внесення змін до Податкового кодексу України, щодо створення умов для поширення та популяризації електромобілів в Україні, який вже найближчим часом має потрапити у по-

рядок денний до Верховної Ради України. Якщо цей закон буде прийнятий, то це стане прецедентом у Європі, бо в Європі тільки Норвегія не має ПДВ на електромобілі [7]. І головне – це стане суттєвим поштовхом для автомобільного ринку України, який дуже швидко зможе перетворитися на електромобільний ринок.

Вже зараз, за останніми даними міжнародного рейтингу InsideEVS Україна увійшла в топ 5 країн світу по приросту електромобілів, тобто по реєстрації їх в країні [8].

Тому з впевненістю можна сказати, що «ера електромобілів» в Україні починає свій розвиток і саме на них необхідно робити ставку.

Висновки

Проведений аналіз показав, що найбільшим автовиробником в Україні є Запорізький автомобілебудівний завод (ПАТ «ЗАЗ»), який в статистиці продажів за 2017 р. займає 12 місце.

Визначено, що розвинені країни ставлять за мету перехід з автомобілів з ДВЗ на електромобілі, розвиток яких йде в досить інтенсивному темпі.

Український авторинок також налаштований на випуск електромобілів, але втілення цих намірів значною мірою залежить від прийняття змін до Податкового кодексу України, щодо створення умов для поширення та популяризації електромобілів в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Які автомобілі збирають на заводах в Україні // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <https://ukr.segodaya.ua/economics/avto/kakie-avtomobili-sobirayut-na-zavodah-ukraine-698249.html>
2. Итоги полугодия: рынок легковых автомобилей вырос на 35% // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <http://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=39366>.
3. Статистика – 2017 // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <http://ukrautoprom.com.ua/statistika/statistika-2017>.
4. Гнатов А. В. Ретроспектива основних етапів розвитку електромобілів. Частина 2 / А. В. Гнатов, І. В. Аргун // Вісник ХНАДУ. – 2017. – № 78. – С. 116-124.
5. Повна статистика за 2015 рік: Nissan Leaf - найпопулярніший електрокар в Україні // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <https://electrocars.ua/electrocars-statistic-2015/>.
6. ІНФРАСТРУКТУРА // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <https://tesla-club.com.ua/infrastructure/>.
7. Проект Закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо створення умов для поширення та популяризації електромобілів в Україні // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=62733
8. Top 10 Countries in the Global EV Revolution: 2016 Edition // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://insideevs.com/top-10-countries-in-the-global-ev-revolution-2016-edition/>.

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Голіков О. Д., Аргун Щ. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Одним з головних недоліків електромобіля є його обмежений запас ходу, який безпосередньо залежить від ємності тягового акумулятора (АКБ). Але окрім характеристик АКБ існує безліч додаткових чинників, що зменшують заявлений виробниками пробіг електрокара. Тому у всьому світі активно розробляються різні способи і методи збільшення запасу ходу з передбаченою АКБ [1-3] серед яких виділяються способи, які у якості джерела енергії використовують вітер [4-7].

Метою роботи є розробка вітрогенератора, який слугуватиме додатковим джерелом електричної енергії для електромобіля.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести аналіз існуючих вітрогенераторних систем, призначених для збільшення пробігу електромобіля; запропонувати компонування і варіанти установки вітрогенераторної системи.

Вітрогенераторна установка

У роботі пропонується альтернативний спосіб часткового заряджання накопичувачів енергії електромобіля, що полягає у використанні вітрогенератора за допомогою якого, кінетична енергія повітряних мас перетвориться в електричну енергію.

Як відомо, потужність вітрогенераторного пристрою безпосередньо залежить від:

- діаметру вітроколеса;
- сили потоку повітря, що чинить опір;
- кількості лопатей.

Чим більший діаметр вітроколеса, тим більше енергії може генерувати пристрій, але оскільки планується використати вітрогенератор в середині легкового електромобіля, то це істотно обмежує вибір його розмірів. Тому основну увагу треба приділити конструкції вітрогенератора і його розташуванню.

Слід зазначити, що під час руху автомобіля в діапазоні швидкостей від мінімальної і до 100-120 км/год навіть за відсутності зустрічного вітру, проблем із швидкістю вітру, що обертає лопаті не буде. Саме це може компенсувати маленькі розміри вітроколеса.

Зі збільшенням кількості лопатей, збільшується загальний опір вітрового колеса, що ускладнює вихід на робочі оберти генератора в звичайних умовах експлуатації, але не є проблемою для пропонованої установки.

Під час руху автомобіля виникає ефект опору повітря, яке впливає на автомобіль. Цей ефект дозволить штовхати (обертати) лопаті вітрогенератора. Опір повітря при русі автомобіля зростає пропорційно квадрату швидкості автомобіля, тобто це є ефективним джерелом заряду електрокара, що рухається. Тому навіть мінімальна швидкість руху, наприклад, 20 км/год, забезпечує достатні обороти для генерування енергії.

Оскільки при виїзді за межі міста, автомобіль рухається з середньою швидкістю 80 км/год, виникає зустрічний потік повітря, завдяки якому вітрогенератор компенсує витрати енергії під час руху. Тобто кількість згенерованої енергії залежить від швидкості руху електромобіля, а також від швидкості руху повітряної маси, яка чинить опір електрокару, що рухається.

Принцип роботи вітрогенераторної установки

Принцип роботи запропонованої установки побудований на дії вітрогенератора, який сприятиме виробленню додаткової енергії і продовженню запасу ходу електромобіля. Електромобіль в русі буде знаходитися під дією зустрічного потоку повітряних мас, які

приводитимуть в рух вітрогенератор, а він, у свою чергу, генеруватиме електричний струм для підживлення АКБ. В результаті це дозволить значно збільшити запас ходу електромобіля не витрачаючи час на підзарядку на зарядних станціях, а також дозволить впевнено виїжджати за межі міста.

Цей спосіб збільшення запасу ходу має ряд переваг, а саме:

- збільшення служби АКБ, оскільки згенерована енергія може використовуватися безпосередньо для живлення бортових систем автомобіля;
- збільшення запасу ходу;
- не потрібно додаткові джерела для живлення генератора;
- економія часу на підзарядку на електрозаправних станціях;
- не погіршує зовнішній вигляд автомобіля.

Далі необхідно вирішити яка саме вітрогенераторна установка буде використовуватися у запропонованій системі – вертикальна або горизонтальна.

Відомо, що існують розробки вітрогенераторів для вантажних автомобілів, які використовують конструкції вітрогенераторних установок з так званим ротором Савоуніса. У цього ротора є переваги перед горизонтальним вітрогенератором, але через його габаритні розміри використовувати у моделі, що розробляється, немає можливості. Тому у даному випадку пропонується застосовувати конструкцію вітрогенераторної установки горизонтального типу, так званий «пропелер».

Необхідно при установці вітрогенераторного пристрою передбачити його захист від різного виду забруднень (пилу, бруду, води тощо), а також від попадання різних камінців і сміття на лопаті.

Частково цей захист здійснюватиметься завдяки стандартним радіаторним решіткам, які вже є в автомобілях.

Так само слід врахувати, що потік повітря, який проходить через решітку, буде ослаблятися, тим самим знижуючи ККД системи. Для зменшення цього недоліку пропонується створити повітропроводи під задньою частиною капоту, щоб потік повітря який входить в моторний відсік, виходив з нього не перешкоджаючи руху електромобіля; створити повітропроводт під або уздовж лівого і правого крила, для відведення повітря, що поступає.

Способи розташування вітрогенератора

Пропонується два способи розташування установки всередині електромобілю:

- зміщення радіатора і на його місці розміщення вітрогенератора;
- зміщення електродвигуна, і розміщення вітрогенератора.

При використанні першого методу, радіатор треба буде змістити у бік двигуна, що дозволить більш-менш комфортно розмістити установку.

Другий спосіб припускає зміщення двигуна в салон (якщо конструкція авто передбачає розміщення електродвигуна під капотом), що спричинить необхідність в таких змінах як:

- зміщення керма, приладової панелі і педального вузла до центру кузова;
- зміна развесовки електромобіля;

Оскільки двигун буде зміщений у бік салону, це сприятиме поліпшенню керованості за рахунок оптимального балансу шасі. Цей метод широко використовується в автоспорті. Пілоти цим шляхом домагаються максимально точного налаштування підвіски, що в результаті дає величезні плюси в прискоренні, маневреності і балансі. При зміні цього параметра, а саме при перерозподілі ваги по осях, слід врахувати, що це спричинить серйозне втручання інженерів у конструкцію електрокару і тому повинно бути ретельно обдуманим і прорахованим.

Запропонована вітрогенераторна установка поки що є концепцією, яка вимагає подальшої розробки, уточнення її параметрів, проведення математичних і експериментальних досліджень.

Висновки

Проведений аналіз показав, що розробка альтернативних способів отримання електричної енергії для збільшення запасу ходу електромобілів є актуальним завданням, яке вирішують вчені всього світу.

Запропонована вітрогенераторна установка, як додаткове джерело електричної енергії для електромобіля.

Запропоновано в якості вітрогенератору, використовувати конструкцію вітрогенераторної установки горизонтального типу, так званий «пропелер».

Розглянуто способи установки вітрогенератору всередині електромобіля.

Ця розробка є концептуальною конструктивною ідеєю, що вимагає подальшої поглибленої роботи над нею.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nienhueser I. A., Qiu Y. Economic and environmental impacts of providing renewable energy for electric vehicle charging – A choice experiment study // *Applied Energy*. – 2016. – Т. 180. – С. 256-268.
2. Codani P. et al. Coupling local renewable energy production with electric vehicle charging: a survey of the French case // *International Journal of Automotive Technology and Management*. – 2016. – Т. 16. – №. 1. – С. 55-69.
3. Аргун Щ. В. Энергосберегающие технологии на автобусном транспорте / Щ. В. Аргун, А. В. Гнатов, Д. В. Марченко – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 177 с.
4. Патент 2375212 Российская Федерация, МПК B60K16/00, F03D3/00. Автомобильный ветрогенератор / Пашенко В. В.; заявитель и патентообладатель; заявл. 19.06.2008; опубл. 10.12.2009.
5. Патент 2403437 Российская Федерация, МПК F03D9/00, B60K16/00. Автомобильно-водительский ветрогенератор / Пашенко В. В.; заявл. 30.01.2009; опубл. 10.11.2010.
6. Patent US6838782 B2 *United States of America*, IPC US 10 / 287,478. Wind energy capturing device for moving vehicles / Thomas H. Vu; claimed. 05.11.2002; publ. 04.01.2005.
7. Patent US5920127 A *United States of America*, IPC US 08 / 906,166. Propeller wind charging system for electrical vehicle / Phiip C. Damron, Jane L. Damron; claimed. 05.08.1997; publ. 06.07.1999.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ЦИКЛУ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВОГО АКУМУЛЯТОРА

**Грицук І. В.¹, Вербовський В. С.², Володарець М. В.³, Краснокутська З. І.⁴,
Погорлецький Д. С.¹, Бородин С. В.¹**

¹Херсонська державна морська академія, Україна

²Інститут Газу Національної Академії Наук України, Україна

³Український державний університет залізничного транспорту, Україна

⁴Національний транспортний університет, Україна

ВСТУП

В Херсонській державній морській академії на кафедрі експлуатації суднових енергетичних установок проводяться дослідження щодо застосування фазоперехідних теплових акумуляторів (ФТА) у складі системи теплової підготовки (СТП) при здійсненні передпускового підігріву і прискореного прогріву після пуску двигунів транспортних засобів. Особливість СТП полягає в тому, що вона включає в себе ФТА, елементи утилізації теплоти та саме прискорено прогріву для забезпечення ефективної передпускової теплової підготовки двигунів транспортних засобів і їх прискореного прогріву після пуску в умовах низьких температур. ФТА дозволяє накопичувати теплову енергію транспортного двигуна від елементів утилізації в частині відпрацьованих газів (ВГ), теплоти охолоджуючої рідини (ОР) і моторної оливи, конвекції тощо. Кількість теплової енергії, яку накопичує ФТА відповідає необхідній кількості теплової енергії, яка потрібна для попередньої теплової підготовки транспортного двигуна від максимально низької температури оточуючого середовища (задається при проектуванні системи або визначається умовами експлуатації) до температури «гарячого» пуску і подальшого прогріву транспортного двигуна. Елементи системи прискореного прогріву СТП безпосередньо забезпечують прискорену теплову підготовку двигуна транспортного засобу [1] та включають електроклапани і рідинний насос, який дозволяє формувати параметри циркуляції ОР в залежності від її температури і режиму роботи двигуна.

Результати досліджень

Одним з основних питань при використанні розробленої математичної моделі теплової підготовки є вибір режимів роботи СТП судового дизельного двигуна внутрішнього згорання K461M1 (6ЧН 12/14) при забезпеченні передпускового прогріву без його роботи в режимі холостого ходу і прискореному прогріву після пуску. Ці режими можуть бути властивими для експлуатаційних умов, в яких буде використовуватись двигун у складі енергетичної установки. Зважаючи на те, що питання зниження забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами транспортних двигунів має першочергове значення в умовах експлуатації, доцільно в якості режимів для проведення дослідження обрати розроблений цикл теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою ФТА у складі СТП, що показаний на рис. 1 [2].

Особливостями циклу роботи СТП є те, що в точці 1 температура оточуючого середовища, а відповідно й ОР можуть змінюватися у широкому діапазоні, температура теплоакуючого матеріалу (ТАМ), відповідно до алгоритмів роботи СТП та припущень математичної моделі, має бути постійно 150 °С. Після запуску системи в інтервалі точок 1-2 (рис. 1) відбувається попередній прогрів транспортного двигуна. Тривалість цього етапу залежить від температури оточуючого середовища і конструкції системи охолодження двигуна (СОД). Точка 2 цього циклу відповідає встановленій температурі ОР «гарячого» пуску транспортного двигуна, та може змінюватись в залежності від умов експлуатації і рекомендацій виробника. Для двигуна K461M1 (6ЧН 12/14) значення цієї температури

складає 50°C . Для досягнення значення температури 50°C необхідно витратити різну кількість накопиченої в ФТА теплової енергії, тому температура ТАМ в точці 2 може значно відрізнятись від початкової (додаткові лінії). Швидкість циркуляції ОР в інтервалі точок 1-2 є максимальною і складає $0,22\text{ м/с}$, але може варіюватися в залежності від конструкції СОД транспортного двигуна і особливостей технології його прогріву.

Після досягнення температури «гарячого» пуску відбувається запуск транспортного двигуна (точка 2). В інтервалі точок 2-3 відбувається комбінований прогрів працюючого транспортного двигуна від ФТА та теплової енергії згорання палива. Початкова температура ОР в цьому інтервалі точок відповідає температурі в точці 2, в кінці інтервалу, а саме в точці 3, вона повинна відповідати значенню температури ОР, яку рекомендує виробник в якості значення робочої температури ОР. В цьому інтервалі триває подальше зниження температури ТАМ ФТА, пропорційно початковій температурі оточуючого середовища. Тривалість цього інтервалу приблизно однакова для різних температур оточуючого середовища. Швидкість циркуляції ОР в цьому інтервалі зменшується до $0,16\text{ м/с}$. В точці 3 циклу температура ОР повинна становити 85°C для K461M1 (6ЧН 12/14) (рекомендовану виробником). Для інших типів та конструкцій двигунів цей параметр може бути зменшено, або збільшено для повноцінної організації робочого циклу роботи з повним згоранням палива. Після досягнення означеної температури відключається додатковий електричний насос СОД и двигун працює від штатної помпи (насосу СОД). В інтервалі точок 3-4 відбувається підтримання температури ОР в межах $85\pm 5^{\circ}\text{C}$ за допомогою зміни швидкості її циркуляції, та протікає процес зарядки ФТА. Тривалість цього етапу залежить від кількості використаної теплової енергії на прогрів транспортного двигуна від ФТА. Точка 4 вибирається в залежності від часу досягнення значення температури в ФТА, що дорівнює для обраного ТАМ 150°C .

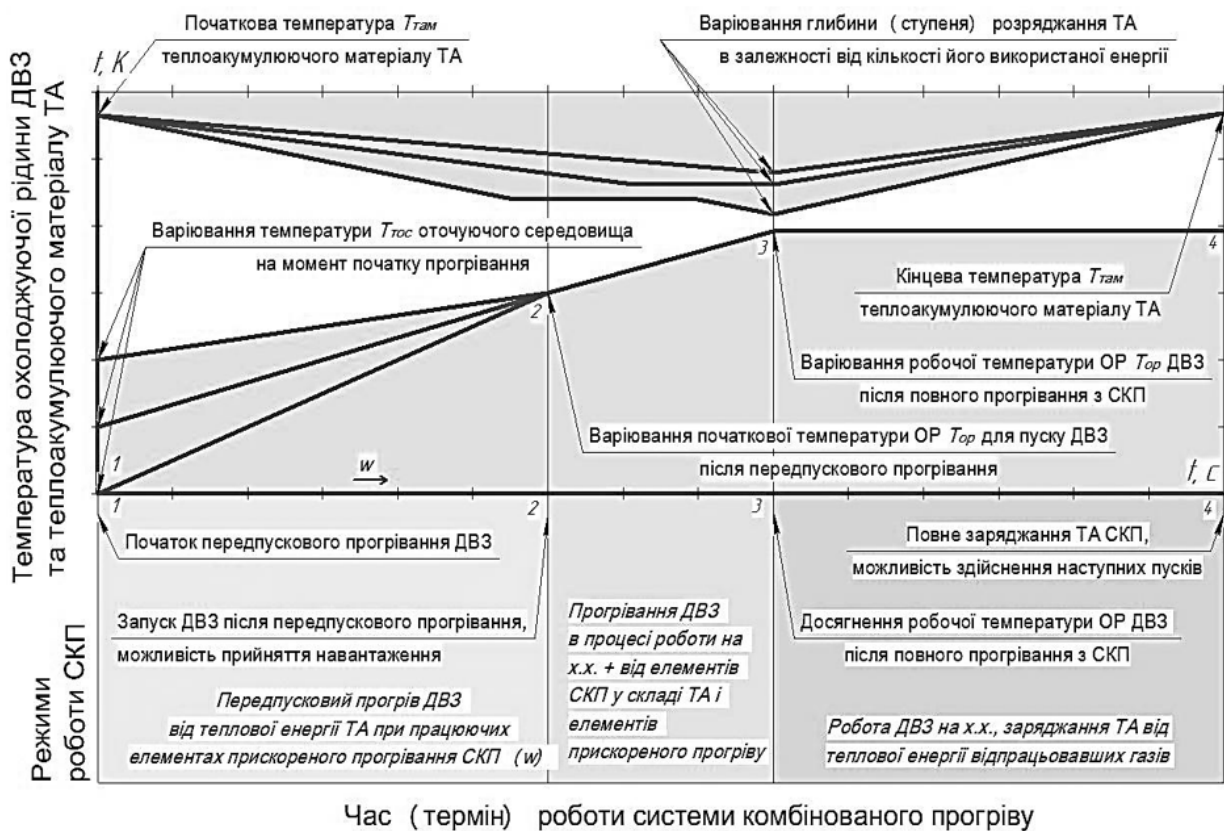


Рисунок 1 – Розроблений цикл теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою фазоперехідного теплового акумулятора у складі системи теплової підготовки

Висновки

Для використання математичної моделі теплової підготовки суднового дизельного двигуна внутрішнього згорання K461M1 (6ЧН 12/14) при забезпеченні передпускового прогріву без його роботи в режимі холостого ходу і прискореному прогріву після пуску доцільно використовувати розроблений цикл теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою фазоперехідного теплового акумулятора у складі системи теплової підготовки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грицук І.В. Алгоритм формування оперативної готовності двигуна внутрішнього згорання з системою прискореного прогріву й утилізацією теплоти відпрацьованих газів тепловим акумулятором. / І.В.Грицук, Д.С.Адров, Ю.В.Прилепський, З.І.Краснокутська, В.С.Вербовський // Зб. наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ - Донецьк: ДонІЗТ, 2012– Випуск №29. с. 143-156.
2. Грицук І.В. Формування методики визначення паливної економічності та викидів шкідливих речовин двигуна, оснащеного системою комбінованого прогріву, при здійсненні передпускового прогріву, пуску і прискореного прогріву після пуску /І.В.Грицук, Д.С. Адров/ Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту. - Донецьк: ДонІЗТ, Випуск №33. 2013 – с. 163-174.

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВОГО АКУМУЛЯТОРА І МЕТОДИКИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

**Грицук І. В.¹, Вербовський В. С.², Погорлецький Д. С.¹,
Марченко В. В.¹, Михайлов Р. І.¹**

¹Херсонська державна морська академія, Україна

²Український державний університет залізничного транспорту, Україна

ВСТУП

В Херсонській державній морській академії на кафедрі експлуатації суднових енергетичних установок проводяться дослідження системи теплової підготовки (СТП) у складі фазоперехідних теплових акумуляторів (ФТА) при виконанні передпускового і прискореного післяпускового прогріву двигунів транспортних засобів (ТЗ).

Результати досліджень

Для проведення досліджень експлуатаційних параметрів двигунів ТЗ, при виконанні передпускового і прискореного післяпускового прогріву, в частині часу теплової підготовки (прогріву і зберігання прогрітого ТЗ), витрати палива (паливної економічності) й концентрації шкідливих речовин (ШР) у відпрацьованих газах (ВГ) для умов експлуатації, які не можливо забезпечити температурними умовами лабораторних випробувань (відсутність кліматичної камери і відповідного обладнання), необхідно використовувати методи математичного моделювання для формування теплової підготовки транспортного двигуна. Можливість застосування математичних моделей для кількісної оцінки витрати палива і викидів ШР транспортних засобів підтверджена даними багатьох досліджень [1-3].

Для виконання опису процесів і математичного моделювання теплової підготовки була удосконалена існуюча математична модель [1, 2, 5].

Під час проведення досліджень було розроблено і удосконалено основні компоненти математичної моделі розрахунку процесів теплової підготовки транспортного суднового дизеля K461M1 (6ЧН 12/14) при її застосуванні під час підготовки його до пуску і після цього під час прогрівання. Математична модель враховує особливості конструкції, технології використання і особливості роботи СТП з ФТА для суднового транспортного дизеля, що досліджувався.

Застосування СТП з ФТА дає можливість виконувати швидку теплову підготовку не працюючого транспортного дизеля і допомагає прискорити теплову підготовку дизеля до виконання робочих функцій після запуску. Це дозволяє забезпечувати прискорений прогрів до температури охолоджуючої рідини (ОР) $\approx 50^{\circ}\text{C}$, при якій можливе навантаження двигуна. А також, при цьому забезпечується швидке досягнення температури ОР $\approx 85^{\circ}\text{C}$ (оптимальна температура з погляду згорання палива в циліндрі) в процесі роботи двигуна.

Для проведення теоретичних досліджень на математичній моделі термінових параметрів, кількісної оцінки витрати палива і викидів ШР у відпрацьованих газах СТП з ФТА суднового транспортного двигуна при виконанні теплової підготовки запропонована наступна методика. Кількісна оцінка витрати палива двигуна без СТП і викидів ШР у відпрацьованих газах проводиться в режимі холостого ходу до температури ОР 50°C . при використанні штатної системи охолодження. Режими роботи транспортного суднового дизеля з СТП обиралися наступним чином. Передпускова теплова підготовка проводилась від ФТА за допомогою прискореної циркуляції охолоджуючої рідини в сорочці охолодження блока циліндрів до досягнення середньої температури ОР 50°C . За інтервал часу теплової підготовки проводилось кількісне оцінювання термінових параметрів не працюючого двигуна та термінових параметрів, витрати палива і викидів ШР у

відпрацьованих газах працюючого суднового транспортного двигуна. Дослідження проводилось як для дизеля з ЗТП і ФТА так і транспортного двигуна зі штатною комплектацією.

Висновки

Для дослідження термінових параметрів, кількісної оцінки витрати палива і викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах при виконанні теплової підготовки транспортного суднового двигуна К461М1 (6ЧН 12/14) в умовах експлуатації доцільно використовувати запропоновану удосконалену математична модель і положення методики її застосування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грицук І.В. Формування методики визначення паливної економічності та викидів шкідливих речовин двигуна, оснащеного системою комбінованого прогріву, при здійсненні передпускового прогріву, пуску і прискореного прогріву після пуску /І.В.Грицук, Д.С. Адров / Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту. - Донецьк: ДонІЗТ, Випуск №33. 2013. – с. 163-174.
2. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів: монографія / Александров В.Д., Гутаревич Ю.Ф., Грицук І.В., Прилепський Ю.В., Постніков В.А., Гушин А.М., Адров Д.С., Вербовський В.С., Краснокутська З.І. - Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014.- 230 с.
3. Волков В.П. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія / Волков В.П., Грицук І.В., Гутаревич Ю.Ф., Александров В.Д. Поддубняк В.Й., Прилепський Ю.В., Комов П.Б., Адров Д.С., Вербовський В.С., Краснокутська З.І., Волкова Т.В. - Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2015.- 314 с.
4. Шульгин В.В. Тепловые аккумуляторы автотранспортных средств – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2005. – 286с.
5. Адров Д.С., Грицук І.В., Постников В.А. Математичні моделі функціонування теплового акумулятора фазового переходу системи комбінованого прогріву ДВЗ // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: Укр-ДАЗТ, 2012. - Випуск №133. с. 270-277.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Далека В. Х., Дмитрієв Ю. О.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ВСТУП

Екологічний стан міст на сьогоднішній день є невтішним. Серед проблем, що погіршують екологічний стан, можна виділити викиди вихлопних газів бензинових та дизельних двигунів, а також підвищене пилоутворення навіть від таких видів транспорту, як тролейбус та трамвай, які були визнані як найбільш екологічні види міського транспорту.

Пил та бруд розносяться по місту по більшій частині з коліс автотранспортних засобів, тролейбусів, а також трамвайними вагонами. Пил накопичується на обладнанні коли трамвай проходить ділянки колій, що прокладені відокремлено від доріг і в результаті проходження стиків та стрілок він підіймається в повітря.

Зокрема можна виділити негативний вплив на навколишнє середовище технічного стану трамвайних вагонів. Вагони, що експлуатуються понад встановлений термін мають ряд несправностей серед яких можна виділити таку як протікання редукторного мастила. Це можна помітити на тих ділянках, де колії проходять окремо. В зоні трамвайних зупинок можна побачити два гребеня на колії між рейками, які утворюються в результаті протікання мастила та потрапляння на нього пилу. Вони накопичувалися протягом багатьох років, хоча відповідно до нормативних вимог утримання трамвайних колій повинні періодично видалятися. Але відсутність спеціальних технічних засобів не забезпечує можливість механізації робіт з підвищення екологічності транспорту. На ділянках руху трамваїв, де колія проходить на загальній з автотранспортом частині вулиць, цих накопичень ніколи не було за рахунок досить інтенсивного руху, бо колесами вони розтягуються по всьому місту.

Обслуговування ж трамвайних колій, що проходять окремо від автомобільних доріг, досить складне для використання комунальної спецтехніки за умов їх будови. Обслуговування можливе за рахунок встановлення додаткового обладнання у вигляді направляючих коліс із ребордами, як на колійному транспорті. За рахунок цього можна буде використовувати її для прибирання від снігу, поливу, підмітання та видалення мазуто-пилових відкладень. Для збивання льодових накопичень та прибирання мазутних відкладень можна використовувати шнековий відвал по ширині колій або декілька шнеків, для більш якісної очистки.

Згідно до правил експлуатації на трамвайних коліях повинні проводитися роботи для підтримання чистоти міста:

- 1) у літній період (березень – жовтень):
 - Поливання трамвайних колій і посадочних майданчиків на відокремленому та власному трамвайному полотні;
 - Прополювання рослинності на трамвайних коліях;
 - Скошування трави на поворотних петлях (кільцях);
 - Очищення нашарувань мазуту на трамвайних коліях біля посадочних майданчиків;
 - Очищення трамвайних колій від сміття та бруду.
- 2) у зимовий період (листопад – лютий):
 - Очищення трамвайних колій від листя;
 - Очищення трамвайних колій, стрілочних переводів, перехрещень, та посадочних майданчиків від залежаного снігу та льоду;
 - Очищення узбіч трамвайних колій від снігу дорожніми машинами.

Склад гребеня формується багаторічним нашаруванням пилю з мастилом, що витікає з тягових редукторів.

За проведеними дослідженнями можна сказати, що за температури повітря в 30 С в сонячний день гребені мають м'яку, хоча й непорушну, структуру. Проте при зниженні температури до 20 С можна вказати на те, що вони стають досить твердими. В зимовий час вони є твердою, хоча й досить крихкою, структурою. Також при порушенні цілісності гребеня за рахунок крихкості він досить легко знімається.

Тому для підвищення екологічного стану міст наряду із зменшенням викидів авто-транспортних засобів необхідно вирішувати проблему механізованого прибирання вулиць, що потребує модернізації та розробки нових спеціальних транспортних засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харьков транспортный // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <http://gortransport.kharkov.ua/>.
2. Киевский трамвайный форум // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <http://forums.mashke.org/cgi-bin/forum.cgi?n=1>.
3. Далека В. Х., Будниченко В. Б., Коваленко В. І. Правила експлуатації міського електричного транспорту: [Навч. посібник]; – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – 447 с.
4. Собинов О.Н. Трамвайные пути (устройство, ремонт и содержание». – М. 1976.

РЕЖИМ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ І ДВЗ

Двадненко В. Я., Трунова І. С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Гібридні автомобілі поєднують кращі якості електромобілів і звичайних автомобілів [1,2]. В умовах інтенсивного міського руху автомобіль змушений рухатися з порівняно невисокою швидкістю, часто зупинятися і потім рушати з місця. Використання двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) для старту автомобіля пов'язано з необхідністю мати режим холостого ходу, а рух на низьких швидкостях на порівняно потужному двигуні приводить до неекономічних режимів роботи такого двигуна. Переобладнання (конверсія) базового автомобіля в підзаряджаємий гібридний автомобіль, коли рух на неекономічних режимах ДВЗ замінено на рух за допомогою електроприводу, дозволяє істотно поліпшити економічність і екологічні параметри автомобіля [3].

Через порівняно невелику потужність електроприводу в ряді випадків, наприклад на підйомі, старт з місця на електроприводі може виявитися недостатньо енергійним. У таких випадках старт доцільно здійснювати при спільній роботі електропривода і ДВЗ [4].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Система управління конверсійного автомобіля повинна забезпечити просте управління таким стартом, включаючи роботу системи старт-стоп. Для цього служить розроблений пристрій забезпечення режиму спільної роботи електроприводу і ДВЗ конверсійного автомобіля. Функціональна схема приведена на рис. 1. На схемі позначені: R1 – струмовимірювальний шунт в колі вентильного електродвигуна (ВЕД), DD1 – компаратор, DD2 – логічний елемент «АБО», R2, R3 – резистори, що підтягують рівень, S1 – кнопка управління, DD3 – RS-тригер, P1 – реле включення ВЕД, VD1 – контрольний світлодіод, R4 – резистор обмеження струму світлодіода.

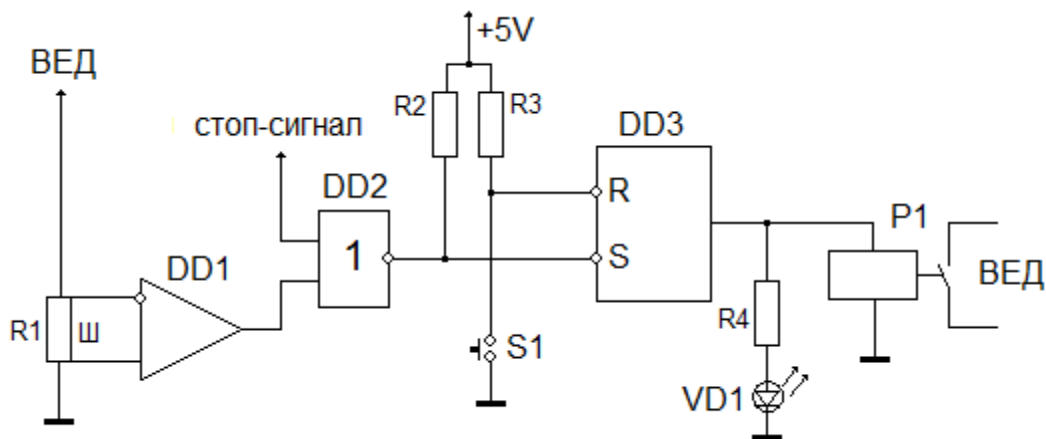


Рисунок 1 – Пристрій забезпечення режиму спільної роботи електроприводу і ДВЗ

У режимі руху на ДВЗ при старті з місця натискання кнопки S1 встановлює RS-тригер DD3, який живить обмотку реле, що включає тяговий ВЕД в режимі обмеження максимального струму якоря і забезпечує максимальний момент тягового електродвигуна. Педаль акселератора в цьому режимі управляє тільки подачею палива в ДВЗ. Одночасно включається і світлодіод-індикатор VD1 режиму спільної роботи електроприводу і ДВЗ, при цьому водій виконує такий самі розгін як зазвичай, перемикаючи передачі.

Скидання тригера відбувається після того, як буде досягнута швидкість ідеального холостого ходу ВЕД (при швидкості автомобіля близько 40 км/год) і напруга на струмовимірному шунті R1 струму тягової акумуляторної батареї (ТАБ) змінить полярність. При цьому відбудеться перемикання компаратора DD1, вихід якого підключено до одного з входів логічного елементу «АБО» DD2. Вихід DD2 підключений до входу скидання RS-тригера, тому після досягнення швидкості близько 40 км/год і скидання тригера режим спільної роботи електроприводу і ДВЗ припиняється, і подальший рух автомобіля триває тільки на ДВЗ. Скидання RS-тригера відбудеться також, якщо в процесі розгону буде натиснута педаль гальма. При цьому напругу з ламп стоп-сигналу в цьому випадку буде подано на другий вхід логічного елементу «АБО». При скиданні тригера гасне і світлодіод-індикатор режиму спільної роботи електроприводу і ДВЗ.

Розглянемо дії водія і роботу такого пристрою при необхідності енергійного старту. У гібридному режимі конверсійний автомобіль зупиняється з заглушеним ДВЗ. Щоб здійснити старт при спільній дії ДВЗ та ВЕД, водій натискає педаль зчеплення, включає при непрацюючому ДВЗ першу передачу і, не опускаючи педаль зчеплення, чекає моменту, коли можна починати рух. Для початку руху водій натискає кнопку S1 (рис.1) і натискає педаль акселератора. У момент натискання педалі акселератора система старт-стоп запускає ДВЗ, водій відпускає педаль зчеплення і починає рух на ДВЗ як зазвичай. Після натискання кнопки S1 автомобіль починає рух на електроприводі в режимі повного натискання педалі акселератора, незалежно від її справжнього стану, оскільки в цьому режимі вона управляє тільки подачею палива в ДВЗ. Після розгону на першій передачі водій включає по черзі наступні передачі, здійснюючи енергійний розгін автомобіля. Після досягнення ВЕД оборотів ідеального холостого ходу (приблизно при 40 км/год), пристрій забезпечення режиму спільної роботи електроприводу і ДВЗ відключає електродвигун.

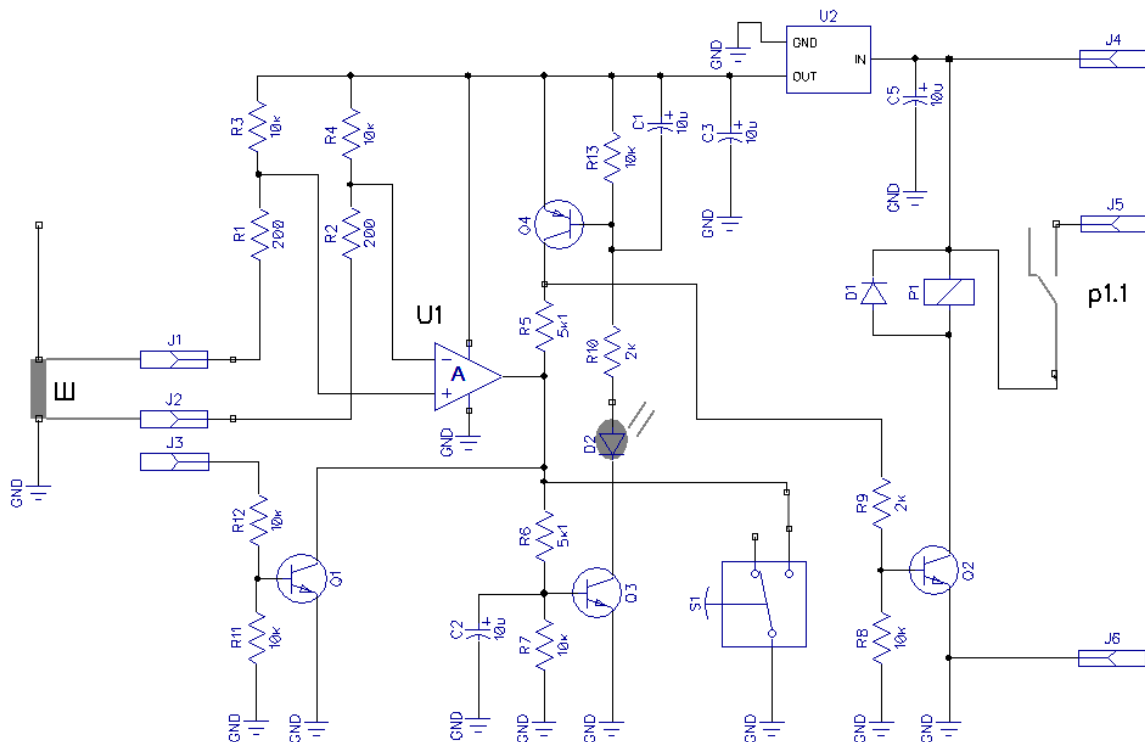


Рисунок 2 – Схема пристрою для забезпечення режиму спільної роботи електроприводу і ДВЗ

При бажанні електродвигун можна відключити раніше, для чого потрібно натиснути педаль гальма, щоб спрацював стоп-сигнал.

Можливий інший варіант: після енергійного спільного розгону на першій передачі, поставити важіль МКП в нейтральне положення, відпустити зчеплення і продовжувати

розгін на електроприводі, ДВЗ при цьому зупиниться, і струм ВЕД буде регулюватися педаллю акселератора.

Принципова схема цього пристрою наведена на рис. 2. і працює таким чином: при натисканні на кнопку S1 спрацьовує RS-тригер на транзисторах Q3, Q4 яка через транзистор Q2 включає реле P1; контакти реле P1.1 включають живлення на перетворювач обмотки збудження ВЕД і одночасно подають живлення на реле, розташоване біля контролера ВЕД, це реле забезпечує режим ВЕД еквівалентний повністю натиснутій педалі акселератора; світлодіод D2 підсвічує кнопку S1 при спрацюванні RS-тригера; на роз'ємі J3 подається напруга з лампи стоп-сигналу для того щоб при натисканні на педаль гальма через транзистор Q1 скинути засувку; на роз'єми J1 і J2 подається напруга з вимірювального шунта струму ТАБ; Компаратор на операційному підсилювачі U1 при зміні полярності цієї напруги (зміні при швидкості 40 км/год режиму розряду ТАБ на режим заряду) скидає RS-тригер. Подільники напруги на резисторах R1, R3 і R2, R4 потрібні для виведення входів операційного підсилювача на робочі ділянки. На транзисторах Q1, Q3, Q4 і резисторах R5 – R7, R10 – R13 зібрано схему RS-тригера. На транзисторі Q2 і резисторах R8, R9 зібрано ключ обмотки реле P1. Діод D1 запобігає підвищенню напруги на обмотці реле P1 при її відключенні. Конденсатори C1 і C2 підвищують перешкодозахищеність. Стабілізатор напруги на мікросхемі U2 і конденсаторах C3, C5 забезпечує живлення схеми напругою 9 В, незалежно від перепадів напруги в бортмережі. Напруга бортмережі 12 В подається на роз'єми J4 і J6.

ВИСНОВКИ

Експериментальні дослідження конверсійного гібридного автомобіля «Ланос-пікап» з ДВЗ МЕМЗ-307 в міських умовах проведені в процесі нормального руху. Рух автомобіля відбувався без натискання педалі акселератора до упору і набору обертів ДВЗ близьких до максимальних. При цьому отримано такі усереднені значення: тривалість розгону до 40 км/год лише на електроприводі – 20 с, на ДВЗ – 11 с і спільний розгін ДВЗ + ВЕД – 9 с.

Запропоновано технічне рішення, що реалізує спільний режим роботи ДВЗ і тягового електродвигуна в автомобілі «Ланос-пікап», який переобладнано в гібридний. В результаті, при спільному режимі роботи ДВЗ і електродвигуна конверсійного гібридного автомобіля, за рахунок безперервного підведення потужності до коліс поліпшуються його динамічні якості і підвищується комфортабельність розгону (стає менш помітним перемикання передач).

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров И.К. Перспективы развития транспортных средств с электроприводом / И. К. Александров, В. А. Раков, А. А. Щербакова // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 4. – С. 65-68.
2. Раков В.А. Развитие парка гибридных автомобилей. / В. А. Раков // Мир транспорта. – 2013. – №1. – С. 52-59
3. Бажинов А. В. Электропривод для конверсионного гибридного автомобиля/ А. В. Бажинов, В.Я. Двадненко, Х. Мауш // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – 2012. – Вып. 30. – С.7 –12.
4. Двадненко В. Я. Режим совместной работы электропривода и ДВС в конверсионном гибридном автомобиле / В. Я. Двадненко, Н. Г. Михалевич // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2016. – Вып. 39. – С. 80-85.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРОЛЕЙБУСІВ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Дембіцький В. М., Сітовський О. П.

Луцький національний технічний університет, Україна

ВСТУП

На сьогоднішній день важливим є питання збереження ресурсів, підвищення енергоефективності транспортних засобів та зменшення шкідливих викидів у атмосферу. Безперечно, що одним з перших в ряду екологічних видів транспорту є автомобілі з електричним (гібридним) приводом, тролейбуси. Одним з суттєвих недоліків тролейбуса є його низька мобільність, разом з тим, наявність електричної контактної мережі дає можливість ефективно використовувати систему рекуперативного гальмування, а також здійснювати підзарядку акумуляторних батарей.

Актуальність досліджень. Якщо здійснити аналіз технічних характеристик тролейбусів, які виготовляються провідними вітчизняними та зарубіжними підприємствами, такими як Pesa, Мінський автомобільний завод, Škoda, Solaris, Електрон, Богдан Моторс, то можна відмітити, що переважна більшість транспортних засобів обладнані системою автономного ходу, із запасом від 2 до 10 км [1]. Безперечно, що величини запасу ходу тролейбуса напряму пов'язані з кількістю встановлених тягових акумуляторних батарей, що має значний вплив на вартість транспортного засобу. Окрім того сучасні тролейбуси обладнуються енергоефективними системами управління, мають значно менші витрати енергії. Однак, якщо аналізувати результати випробувань тролейбусів, проведених ДП “Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства”, в реальних режимах руху, то можна відмітити, що навіть при застосуванні сучасних технологій, значна частина енергії фактично розсіюється в повітрі через гальмівні реостати. Даний факт здебільшого зумовлений неспроможністю контактної мережі прийняти всю рекуперовану енергію. Вирішенням питань підвищення енергоефективності тролейбусів, під час їх експлуатації займається значна кількість науковців [2 – 4]

Постановка мети досліджень. Метою досліджень є розробка заходів, покликаних підвищити енергоефективність тролейбусів в реальних режимах експлуатації.

Результати досліджень. У більшості випадків на тролейбусах застосовують рекуперативно-реостатні системи електричного гальмування. Така система вирізняється тим, що у випадках, коли неможливо акумулювати рекуперовану енергію, вона перетворюється у теплову гальмівними реостатами. Під час випробувань тролейбусів виробництва ДП “Автоскладальний завод № 1” Акціонерного товариства “Автомобільна компанія “Богдан Моторс”, Львівського автобусного заводу, Спільного українсько-німецького підприємства “Електрон”, акціонерного товариства “Бориспільський автобусний завод” встановлено, що близько 50 % рекуперованої енергії надходить на гальмівні реостати. Як показали дослідження, даний факт зумовлений максимальним значенням напруги в контактній мережі на рівні 720 В, що регламентується ДСТУ 4905 [5]. Разом з тим, відмічено, що на різних ділянках контактної мережі фактичне значення напруги може коливатися в межах 550...700 В. Тобто рекуперація енергії в контактну мережу відбуватиметься до того моменту, доки напруга не досягне значення 720 В. Одним з можливих рішень даної проблеми може бути встановлення на тягових електричних підстанціях накопичувачів енергії, наприклад суперконденсаторів, які віддаватимуть накопичену енергію в моменти падіння напруги контактної мережі [6]. Дане рішення потребує значних капіталовкладень, що, зважаючи на сучасний фінансовий стан підприємств електротранспорту, є практично нездійсненним. Зазвичай значення напруги в контактній мережі залежить від значної кількості факторів, але основними з них є: кількість тролейбусів на ділянці, режим їх руху, стан електричної підстанції, навантаження на електричну мережу. Згідно ДБН В.2.3-

18:2007 [7] контактна мережа повинна бути розділена на ряд секцій, ізольованих одна від іншої. Таким чином можна припустити, що напруга на різних секціях може бути різною. Оскільки основним завданням є забезпечення акумулювання усієї рекуперованої енергії, то необхідно здійснити перерозподіл електричної енергії між окремими секціями з тим, щоб вирівняти значення напруги. Під час руху тролейбусів в реальних умовах експлуатації, з врахуванням інтенсивності руху, практично завжди буде ситуація коли один тролейбус рухається в режимі рекуперативного гальмування, а інший в режимі розгону, тому необхідно забезпечити передачу електричної енергії по контактній мережі від одного транспортного засобу до іншого. Для реалізації даної ідеї пропонується застосовувати секційні перемикачі. Секційний перемикач встановлюється в якості з'єднувальної ланки між секціями контактної мережі і відслідковує напругу в секціях. У випадку, коли напруга в обох секціях мережі однакова секційний перемикач роз'єднаний, якщо різниця напруги становить більше певної заданої величини (фактичне значення повинно встановлюватися в кожному конкретному випадку, залежно від навантаженості та стану контактної мережі) контакти замикаються, і відбувається вирівнювання напруги по секціях. Такі прилади повинні встановлюватися таким чином, щоб охопити усі секції контактної мережі міста. В результаті впровадження запропонованих заходів очікується можливість повернення в мережу до 85 % рекуперованої енергії. Реостати тролейбуса працюватимуть лише в періоди відсутності споживання енергії з мережі, наприклад у вранішні та вечірні години, коли на маршрутах перебуває недостатня кількість транспортних засобів.

Наступним етапом підвищення енергоефективності тролейбусів повинно бути збільшення кількості виробленої електричної енергії. Провівши аналіз конструкції тролейбуса, його компонування можна відмітити, що, в найбільш поширених моделях 12-ти метрових тролейбусів залишається вільною близько 50 % площі даху (рис. 1), що в середньому становить 15 м².



Рисунок 1 – Розташування обладнання на даху тролейбуса БОГДАН Т 601.10

Для приклада сонячна панель EGING PV EG-255P60-C має площу 1,6 м² та потужність 250 Вт. Таким чином встановивши на даху тролейбуса 8 таких панелей, загальна потужність системи становитиме 2 кВт. При умові, що сонячні панелі розташовуватимуться паралельно землі (кут потрапляння сонячних променів буде не зовсім ефективним) система може виробляти до 10 кВт/год електричної енергії на добу. Така величина виробленої енергії є співрозмірною з витратою енергії тролейбусом на одну поїздку за маршрутом. Вага сонячних панелей EGING PV EG-255P60-C становить 18,6 кг, вартість – близько 5 тис. грн. Дооснащення однієї одиниці транспортного засобу призведе до збільшення його

спорядженої маси на 150...180 кг, і потребуватиме інвестицій в межах 100 тис. грн. Збільшення спорядженої маси тролейбуса зменшить його пасажиромісткість на 2...3 пасажирів. Ефективність даних заходів сприятиме економії близько 200 тис. грн на рік, без врахування заходів по реалізації системи секційних перемикачів.

В якості **висновку** необхідно відмітити, що для підвищення енергоефективності тролейбусів у реальних умовах експлуатації, з метою впровадження запропонованих заходів необхідно провести ряд експериментів, пов'язаних з визначенням електричних характеристик контактних тролейбусних мереж, вирішити питання передачі електричної енергії від сонячних панелей до тролейбуса, від тролейбуса до контактної мережі, реалізувати її розподіл між окремими секціями. В загальному запропоновані заходи призведуть до:

- покращення електричних характеристик контактної мережі в цілому;
- мінімізації застосування гальмівних реостатів під час рекуперативного гальмування тролейбуса;
- зменшення витрат електричної енергії, як окремим тролейбусом так і підприємством електротранспорту в цілому;
- зменшення собівартості перевезень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тролейбус. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81>. Дата звернення: 11.11.2017 р.
2. Mikołaj Bartłomiejczyk, Marcin Połom b Multiaspect measurement analysis of breaking energy recovery. Energy Conversion and Management 127 (2016) p. 35–42.
3. Piotr Hołyszko, Mikołaj Bartłomiejczyk, , Piotr Filipek Measurement and analysis of transmission losses in the supply system of electrified transport // Journal of Ecological Engineering Volume 17, Issue 5, Nov. 2016, pages 64–71 DOI: 10.12911/22998993/65447.
4. Manheller, M. Cost factors in real fleet duty - Vossloh Kiepe, Conference, Electromobility in public transport, Gdynia, 9.06.2016.
5. Колісні транспортні засоби. Тролейбуси пасажирські. Загальні технічні вимоги.: ДСТУ 4905:2008. – [Чинний від 2008-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 20 с. – (Національний стандарт України).
6. Stefan Hamacek, Mikołaj Bartłomiejczyk, Roman Hrbác, Stanislav Misák, Vítězslav Styskala Energy recovery effectiveness in trolleybus transport // Electric Power Systems Research. Volume 112, July 2014, Pages 1-11
7. Державні будівельні норми. Трамвайні та тролейбусні лінії. Загальні вимоги до проектування.: ДБН В.2.3-18:2007. – [Чинний від 2008-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 58 с. – (Національний стандарт України).

СОНЯЧНИЙ ТРЕКЕР, ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Дзюбенко О. А., Іващенко М. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

У зв'язку з активною інтеграцією технологій в життя людини, а отже і зростанням всесвітнього енерговикористання, середнє використання електроенергії у всьому світі з 1990-2008 рр. збільшилось на 40 % тобто світ потребує все більших джерел енергії [1].

Також в світі наряду з зростанням витрат енергії активно проходить боротьба за екологічність і використання більш енергоефективних систем. Прикладом таких систем є електромобілі, які на перший погляд майже не мають шкідливих викидів. Але якщо вдивитися в проблему то стає зрозуміло що для заряду акумуляторної батареї треба спалити на електростанції деяку кількість палива, яке в свою чергу забруднює навколишнє середовище і з зростанням кількості електромобілів кількість спалюваного палива ТЕС та АЕС буде зростати [2,3].

У зв'язку з цим у світі активно впроваджуються альтернативні джерела енергії, серед яких одне з головних місць займає сонячна енергетика. Головна проблема якої це непостійність її роботи. Отже розрахунок і проектування точного і енергоефективного сонячного трекера це актуальна задача, рішення якої дозволить підвищити ефективність всієї системи і забирати максимум потужності в денний час доби і підвищити незалежність енергосистем від технологій згорання палива і термоядерного синтезу [4-6].

Мета: провести аналіз схем побудови трекерних систем для сонячних електростанцій на фотоелектричних модулях з запропонуванням рішення схемної реалізації найбільш енергоефективного сонячного трекера.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сонячний трекер для сонячної електростанції

Виходячи з проведеного аналізу конструкцій систем сонячних трекерів та відповідно до обраної мети завдання було обрано двохосову конструкцію сонячного трекера, що дозволяє значно підвищити загальну енергоефективність сонячної електростанції. Схема реалізації двохосового сонячного трекера зображена на рис. 1.

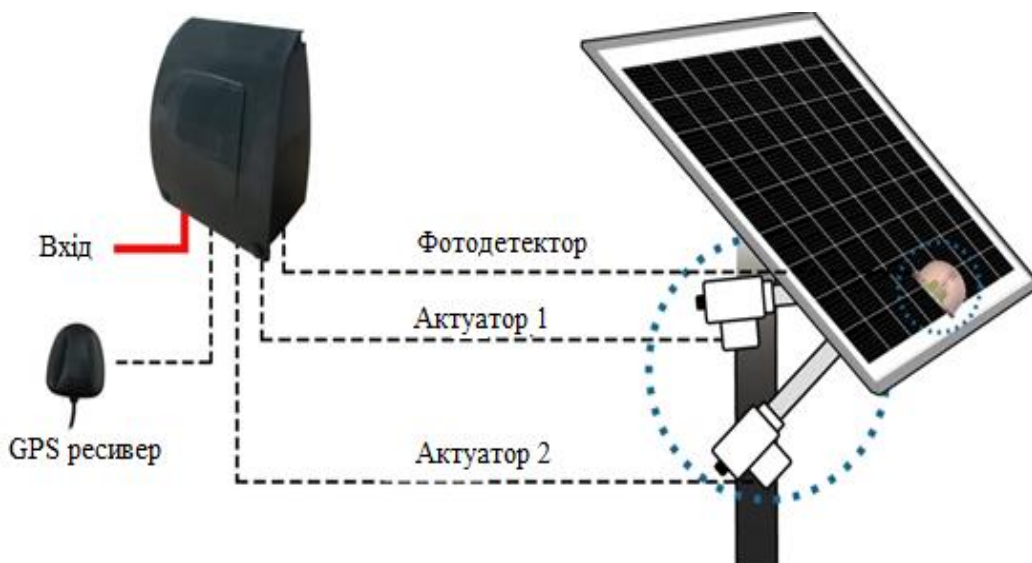


Рис. 1 – Схема двохосового сонячного трекера

Відповідно до обраної конструкції трекара буде змінюватися не тільки середнє ККД сонячних панелей, а й витрати енергії на живлення самої системи. Одновісні трекари прості в використанні і обслуговуванні, а одна вісь обертання зменшує витрати на привід керування, але також знижується ефективність роботи цієї системи. Двохосьові трекари це складна інженерна конструкція яка потребує ретельного розрахунку і вибору її оснащення. Двохосьова платформа має високий показник парусності і служить головним навантаженням на весь механізм. При виборі приводу велика увага приділяється моменту утримання в стані спокою та енергозатрати. Енергоефективність напряду залежить від цих параметрів оскільки чим економнішим буде привід тим більше енергії від сонячної електростанції надійде до користувачів. Алгоритм сонячної позиції розраховує кути зеніту і азимуту з мінімальною похибкою, але враховуючи заломлення сонячного випромінювання в атмосфері треба більш ретельне корегування цих кутів по відношенню до найбільш енергоємного випромінювання. З цією метою справляється система основана на принципі дільника напруги і фотодатчиків. Для зменшення витрат на роботу приводів необхідно алгоритм стеження проводити не в режимі реального часу, а з деякою періодичністю. Захист системи від поганих погодних умов відбувається за рахунок горизонтального або вертикального розміщення платформи. Двовісні трекари доцільно використовувати в приватному господарстві, де є обмеження в використовуваній площі.

Технічні характеристики:

- ефективність роботи сонячної електростанції збільшується на 40-60 %;
- складові: двовісний трекар; лінійні актуатори на кожен вісь обертання; платформа з сонячними панелями; контролер; блок управління актуаторами; фотодатчики корегування положення трекара; блок розрахунку алгоритму сонячної позиції.
- автономність роботи;
- режими захисту від небезпечних погодних умов.

Подібні системи стеження за Сонцем знижують залежність від загальної електромережі електропостачання або дозволяють повністю відмовитися від неї.

В статті проведено загальний аналіз принципів будови сонячних трекарів та розглянуто принципи їх роботи й призначення. У подальших роботах буде представлено більш детальний розрахунок конструктивного навантаження сонячного трекара з підбором головних характеристик виконавчих пристроїв, а також розрахунок ефективності роботи основних складових та аналіз енергетичних і електричних процесів.

ВИСНОВКИ

На основі отриманих результатів виконаної роботи можна сформулювати наступні висновки:

- проведено аналіз конструктивних особливостей систем сонячного трекара;
- проведено розгляд систем стеження за джерелом енергії;
- проведено аналіз алгоритмів керування;
- сонячні електростанції з використанням трекарів збільшують загальне ККД системи на 40-60 %, що в свою чергу дозволяє підвищувати загальні потужності при незмінній площі електростанції;
- застосування двухосьового трекара для приватного господарства дає значні умови для енергонезалежності від загальної мережі, а також дає можливість перейти на «зелений» тариф, що буде як економічним, так і екологічним фактором в регіоні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Внутреннее потребление электроэнергии // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу <https://yearbook.enerdata.ru/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>.
2. Шиняков Ю.А. Автоматизированная фотоэлектрическая установка с повышенной энергетической эффективностью // Доклады Том. Гос. Ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2011. - № 2-1. – С. 282-286.

3. Ахмедов Р. Б. Гелиоэнергетика. Солнечные электрические станции / Р. Б. Ахмедов и др. – М.: ВИНТИ, 1986. – 120 с.
4. Abramova O. Види та типи: схеми сонячних електростанцій // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://ukrenerho.com/vidi-ta-tipi-shemi-sonyachnih-elektrostantsij/>.
5. Сонячні установки // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://ukrbukva.net/99473-Solnechnye-ustanovki.html>.
6. Шидловский С.В. Математическое моделирование сложных объектов с распределенными параметрами в задачах автоматического управления структурно перестраиваемых систем // Известия Томского политехнического университета. 2006. № 8. С. 19-23.
7. Байерс Т. 20 конструкций с солнечными элементами. Пер. с англ. – М.: Мир, 1988.
8. Сабади П.Р. Солнечный дом. Пер. с англ. Н. Б. Гладковой. — М.: Москва: Стройиздат, 1981. С. 12-31.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ, ПРИ РОБОТІ НА НАВАНТАЖЕННЯ

Жила С. Ю.¹, Дзюбенко О. А.¹, Какубава Реваз²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Грузинський технічний університет, Грузія

ВСТУП

Однією і значною галуззю в енергетиці, є вітроенергетика. На цей час альтернативні види перетворення інших видів енергії в електричну, інтенсивно розвивається. Вітроенергетика в цьому процесі займає одне з провідних місць, вона заснована на перетворенні кінетичної енергії вітру в електричну через електромеханічні перетворювачі. Таке перетворення здійснюється вітроенергетичними установками [1, 2].

Енергія вітру відноситься до відновлюваних джерел енергії, є доступною та екологічно чистою, її можна розглянути як одну з форм прояву сонячної енергії.

Вітроенергетичні електростанції вмикаються в загальну мережу. Невеликі вітрогенератори використовуються для забезпечення електрикою декілька районів. Однак, спорудження вітроенергетичних електростанцій мають деякі труднощі економічного та технічного характеру, що впливає на поширення вітроенергетики.

При розвитку галузі з'являються проблеми надійності, ремонту та утилізації вітрогенераторів. Для вирішення цієї проблеми використовують інтелектуальні системи управління розподілом електроенергії [3].

Малі вітроенергетичні турбіни виробляють електроенергію для приватних будинків, торговельних та офісних будівель.

Мета роботи. Представлення та вітроенергетичних установок з запропонуванням математичної моделі вітрогенератора, як альтернативного джерела електроенергії.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасні вітроенергетичні установки – це комплекс обладнання та споруд, які перетворюють енергію вітру в електричну енергію, за рахунок механічної енергії обертання вітротурбіни [4,5].

За допомогою програмного пакету MATLAB була побудована математична модель вітрогенератора ВЕУ, яка представлена на рис 1.

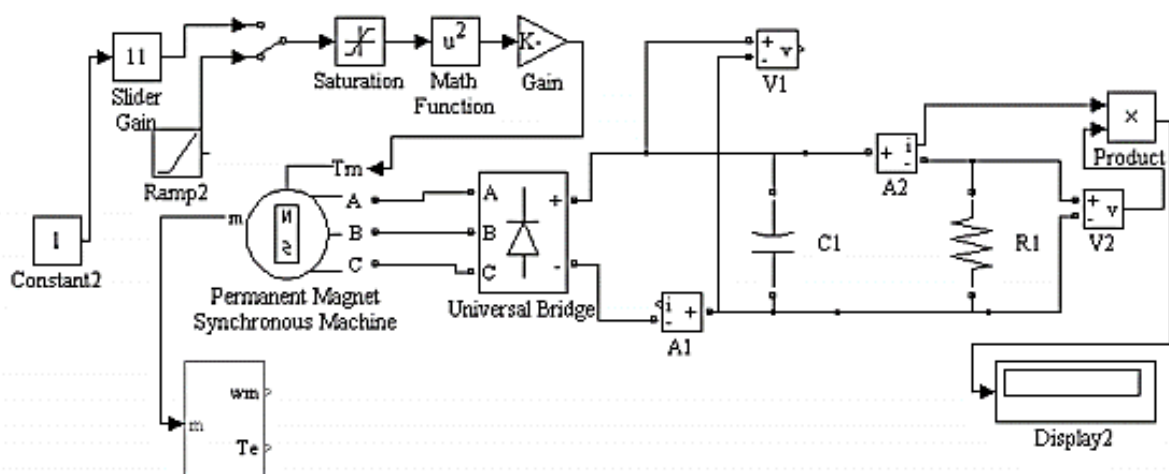


Рисунок 1 – Модель ВЕУ при роботі на навантаження

Загальний принцип роботи математичної моделі полягає в наступному.

До блоку Permanent Magnet Synchronous Machine додається негативний момент, який визначається швидкістю вітру.

Крутний момент, прикладений до генератора БЕУ, в залежності від швидкості вітру дорівнює

$$M_z = \frac{C_m}{2} \cdot \rho V^2 S R \quad (1)$$

де C_m – коефіцієнт крутного моменту, $C_m = 0,15$;

ρ – щільність повітря, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

V – швидкість вітру, м/с;

S – ометаєма площа, $S = 12,92 \text{ м}^2$;

R – радіус вітроколеса, $R = 1,7 \text{ м}$.

Коефіцієнт крутного моменту C_m визначається при максимальному коефіцієнті використання енергії вітру $C_p = 0,4$

Визначимо момент, прикладений до ротора генератора

$$M_z = \frac{0,15}{2} \cdot 1,2 \cdot V^2 \cdot 12,92 \cdot 1,7 = 1,97676V^2 \quad (2)$$

За допомогою блоків Ramp, Math Function, Gain визначається вплив моменту M_z на генератор.

Генератор є джерелом струму, змінного по фазі, частоті та амплітуді, який складно використовувати для потреб споживача. Тому напруга подається на трифазний некерований випрямний міст Universal

Bridge. Для згладжування пульсації служить RC-фільтр з постійною часу, яка набагато більше періоду коливань струму в обмотці.

Вимірювання вихідної напруги здійснюється за допомогою вольтметра, частота обертання ротора – за допомогою вимірювального порту m блоку.

На рис. 2 представлена залежність випрямленої напруги від частоти обертання ротора в режимі холостого ходу $U_{х.х.}$, отримана на моделі, яка практично співпадає з характеристикою дослідженого зразка генератора.

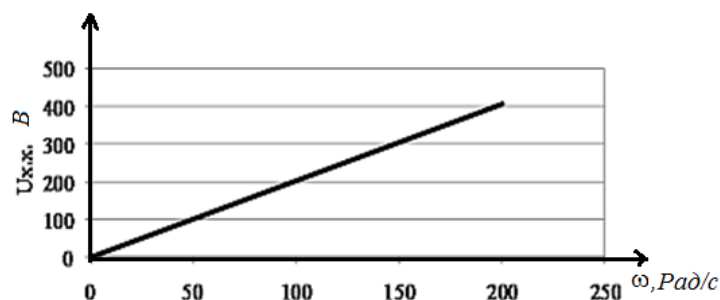


Рисунок 2 – Характеристика холостого ходу БЕУ

Розглянутий генератор дозволяє отримати номінальну потужність 3 кВт при номінальних 180 об/хв. Дані величини повинні досягатися при швидкості вітру 10 м/с. Результати розрахунків, виконаних по математичній моделі, представленої на рисунку 14, показали, що при швидкості вітру 10, м/с була зафіксована частота обертання 180 об/хв, струм навантаження 9,8 А, випрямлена напруга на навантаженні 309,8 В і потужність 3000 Вт.

Висновки

Проведені дослідження дозволяють сформулювати наступні тези.

Представлена детальна класифікація вітроенергетичної установки в залежності від типу, конструкції і компонуванні.

Представлено устрій вертикальних вітрогенераторів у порівнянні з горизонтальними та розглянуто вертикальний вітрогенератор з сонячними панелями.

Представлена математична модель вітроенергетичної установки, в якій ретельно проаналізовані результати розрахунків і отримані вихідні параметри.

ЛІТЕРАТУРА

1. Каргиев В.М., Мартиросов С.Н., Муругов В.П., Пинов А.Б., Сокольский А.К., Харитонов В.П. «ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности». Изд. «Интерсоларцентр», Москва, 2001 г.
2. Про вплив зміни методик спостережень на визначення швидкості вітру на метеорологічній мережі України. Труды УкрНИГМИ, 2004, вып. 253, с. 164-172.
3. В.П.Харитонов. «Автономные ветроэлектрические установки» Изд. Академии сельхознаук, Москва, 2006, с. 162-166.
4. И. Шефтер, И. В. Рождественский. «Изобретателю о ветродвигателях и ветроустановках» Изд. Минсельхоза СССР, Москва, 1967 г
5. Аеродинаміка вітродвигунів. Aerodynamic theory of wind Turbines : Навч. посіб. / Є. Р. Абрамовський. – Д. : Наука і освіта, 2008. – 242 с. – Обклад. і текст англ. мовою.

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ МАХОВИК ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ДЛЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Ільченко А. В., Ломакін В. О.

Житомирський державний технологічний університет, Україна

ВСТУП

Відомо, що на усталеному режимі роботи машини спостерігається нерівномірність ходу. Ці коливання та причини, що їх викликають, визначають як, так звану, внутрішню віброактивність машини. Для оцінки коливання швидкості на усталеному режимі руху використовується відносна величина, яку називають коефіцієнтом зміни середньої швидкості або коефіцієнтом нерівномірності ходу δ [1, 2].

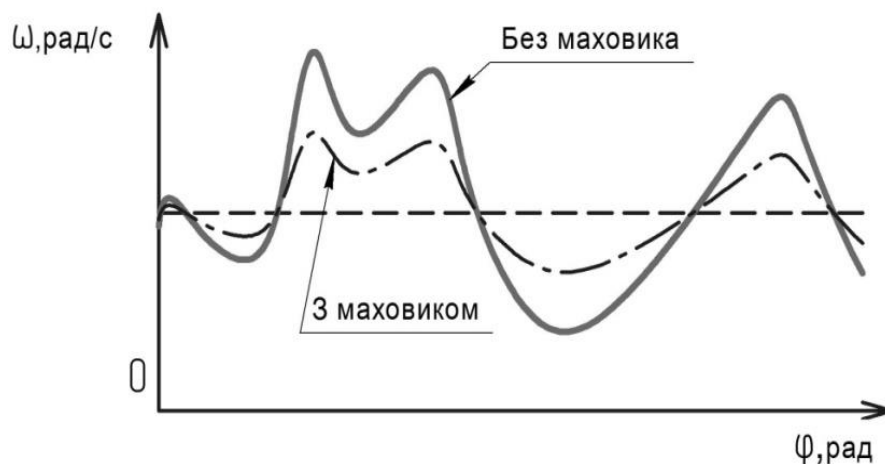


Рисунок 1 – Кутова швидкість колінчастого вала на усталеному режимі роботи з використанням маховика та без нього

Найбільш простим способом покращення нерівномірності ходу є встановлення додаткової махової маси або збільшення моменту інерції маховика. Чим більше додаткова махова маса (момент інерції) тим менше буде коефіцієнт нерівномірності ходу δ (рис. 1.). Але застосування такого простого підходу призводить до зайвого збільшення маси маховика, зниження перехідних швидкісних характеристик двигуна, погіршення умов пуску тощо. Для компенсації вищезгаданих недоліків використовують маховики змінного моменту інерції, особливо в контексті їх використання для двигунів внутрішнього згорання. Відомо досить багато конструкцій маховиків змінного моменту інерції для двигунів внутрішнього згорання, наприклад [3–6]. Ці маховики мають свої переваги та недоліки, але основним недоліком, що їх об'єднує, є досить складна конструкція. Спрощення конструкції маховика змінного моменту інерції дозволить покращити їх надійність та популярність.

Окремо слід згадати двомасові маховики, що набули поширення останнім часом. Ці пристрої дозволяють знизити рівень коливальних процесів, що передаються від двигуна, при цьому уникаючи резонансних частот. Вони, як і гасії коливань колінчастого вала, знижують коливання, що збурюються в двигуні, але не зменшують фактори, які їх викликають.

Мета дослідження. Сформулювати основні ідеї роботи електромеханічного маховика змінного моменту інерції, що поєднує в собі найкращі властивості для роботи саме з поршневими двигунами внутрішнього згорання.

Результати досліджень. Класичні маховики змінного моменту інерції являють собою досить складні пристрої, де момент інерції змінюється за рахунок зміни положення певних мас відносно осі обертання. Така конструкція дозволяє на режимі холостого ходу двигуна максимально збільшити момент інерції, що значно зменшує нерівномірність ходу, яка в такому режимі максимальна. При збільшенні частоти обертання **колінчастого вала** двигуна внутрішнього згоряння, маси наближаються до осі обертання і момент інерції маховика змінюється до свого мінімального значення. Це дозволяє двигуну внутрішнього згоряння швидко збільшувати оберти, що є його дуже важливою характеристикою. При зменшенні частоти обертання процес відбувається в зворотній послідовності.

Особливістю саме двигунів внутрішнього згоряння є пульсуючий крутний момент, що створює нерівномірність обертання колінчастого вала. Пульсуючий крутний момент є конструктивним наслідком таких двигунів, що викликано зміною тиску при згорянні робочої суміші, зміною приведенного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму, нерівномірністю сил опору (в тому числі від приводу допоміжних агрегатів) тощо. Тобто маховик поршневого двигуна внутрішнього згоряння має зменшувати пульсації як в межах одного оберту, так і при переході з одного режиму на інший.

Нажаль реалізувати описаний процес лише механічно неможливо, тому пропонується електромеханічний маховик змінного моменту інерції, що зображено на рис. 2.

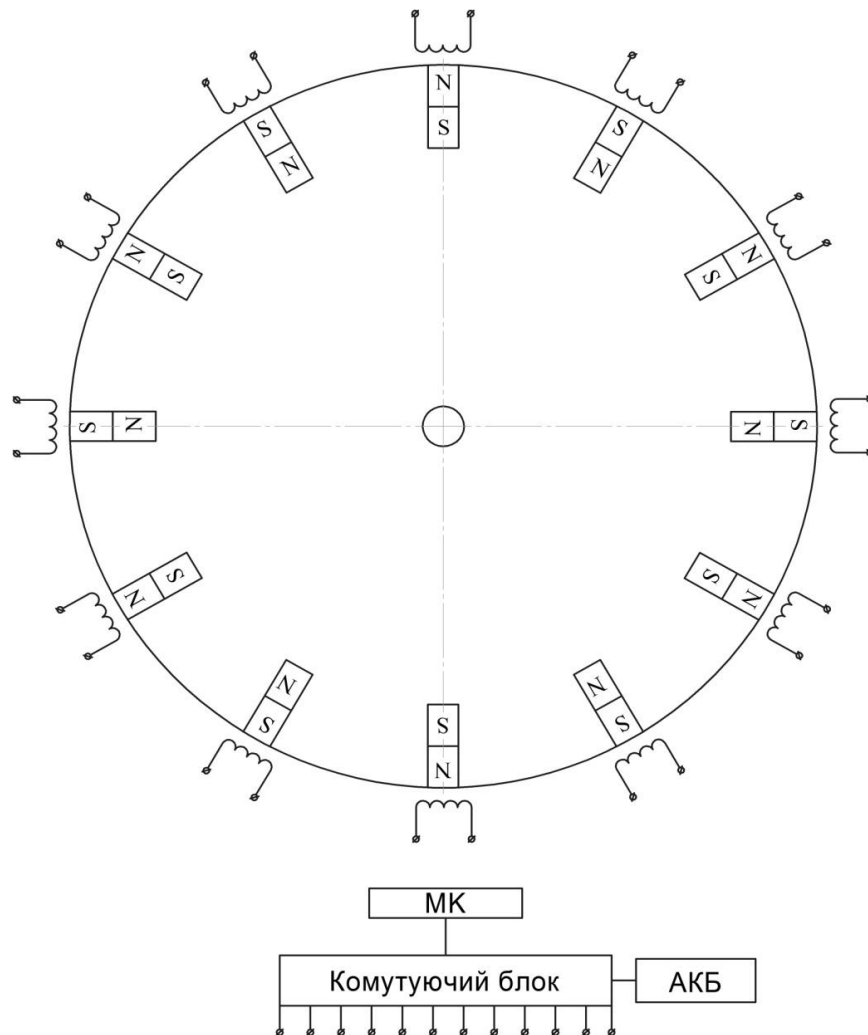


Рисунок 2 – Схема електромеханічного маховика змінного моменту інерції

Наведена схема електромеханічного маховика відображає лише елемент конструкції, який призначений зменшувати пульсації в межах одного оберту. В основі запропонованого маховика лежить диск з певним (необхідним) моментом інерції. По

периметру розташовані магніти, або диск сам є багатополюсним магнітом, схожим на якорі електродвигунів. На мінімальній відстані від багатополюсного магніту знаходиться багатополюсна обмотка статора. Кількість полюсів визначається індивідуально, обмотка керується мікроконтролером (МК) за допомогою комутуючого блоку. Така конструкція враховує необхідність зміни моменту інерції (акумулює енергію) маховика лише протягом оберту, хоча можливо її використання в якості двигуна/генератора. Під час кутового прискорення колінчастого вала електромагнітна енергія перетворюється на електричну і накопчується в акумуляторній батареї (АКБ) або суперконденсаторі (режим генератора). Потім під час уповільнення колінчастого вала електрична енергія перетворюється в механічну (режим двигуна). Це може відбуватися багато разів на оберт (багатоциліндрові двигуни) до одного разу на два оберти (одноциліндрові чотиритактні двигуни). В зв'язку з тим, що процес є досить швидким контролювати роботу електромеханічного маховика має мікроконтролер.

Деякі сучасні гібридні автомобілі мають всі складові для реалізації алгоритму електромеханічного маховика протягом оберту, але така реалізація не позбавляє коливальних процесів, що мають місце в самому двигуні. Тому для мінімізації коливальних процесів необхідно встановлювати кілька електромеханічних маховиків (бажано по одному на циліндр). Багатополюсним магнітом можуть слугувати складові частини колінчастого вала, що значно спрощує конструкцію.

Висновок: В роботі запропоновано конструкцію електромеханічного маховика змінного моменту інерції, що відрізняється простотою і, як наслідок, підвищеною надійністю в порівнянні з механічними аналогами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: навч. посібник / В.П.Сахно, Г.Б. Безбородова, М.М. Маяк, С.М. Шарай. – К: В-во "КВІЦ", 2004. – 174 сторінки. Іл. 15. Табл.19. Бібліограф. 30. Назв. 30 ISBN 966-7192-55-5
2. 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.
3. Маховик переменного момента инерции: патент РФ № 2 265 761, МПК F16F15/31. / С.В. Богословский, С.Н. Павлов. – № 2004113587/11; Заявл. 30.04.2004; Опубл. 10.12.2005, Бюл. № 34.
4. Маховик переменного момента инерции: патент РФ № 2147700, МПК F16F15/30. / Л.Ш. Шустер, Л.А. Волкова, А.В. Сафонов. – № 98113483/28; Заявл. 1998.07.14; Опубл. 2000.04.20, Бюл. № 25.
5. Torque Estimation Device For Internal Combustion Engine: Patent Application US 20090100920 A1 / Sakayanagi, Yoshihiro ; Assignees Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha. – № 282582; Filed 15.01.2008, PCT. NO PCT/JP08/50323 (United States).
6. Маховик змінного моменту інерції: патент № 94321 С2 Україна, МПК (2006.01) F16F 15/30 А.В. Ільченко, В.О. Ломакін. – № а200910011; Заявлено 01.10.2009; Опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8 - 8 с.

ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЕКОНОМІЧНІСТЬ TOYOTA PRIUS

Клименко С. І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Кожен автомобільний транспортний засіб розраховано для роботи в конкретних умовах експлуатації. Будь-який із факторів експлуатації впливає на ефективність роботи, технічний стан та довговічність. Легкові транспортні засоби використовуються у різних погодних умовах, на різному рельєфі місцевості, у різних кліматичних зонах, на різних дорогах, в умовах різної інтенсивності руху та різної культури експлуатації. Врахувавши всі фактори отримаємо поняття умов експлуатації. Умови експлуатації – це незалежні фактори, що визначають конструктивні особливості, механіку й енергетику транспортного засобу, його транспортні властивості[1].

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Умови експлуатації поділяють на п'ять груп: транспортні, дорожні, природно-кліматичні, соціально економічні та екологічні. До транспортних умов відносяться геометричні, фізичні характеристики об'єктів, які транспортуються. Коефіцієнт кочення, коефіцієнт зчеплення, геометричний профіль дороги, стан доріг та інтенсивність руху включаються до дорожніх умов. Природно-кліматичні умови описуються температурою повітря оточуючого середовища, рівнем вологості, висотою на рівнем моря. До екологічних умов відносяться рівень шкідливих викидів, рівень шуму. Соціально-економічні умови – соціальна й господарська значимість, вартість поїздки, цінова політики енергії або палива та експлуатації[2].

Аналізуючи умови експлуатації можна зробити висновок, що всі групи умов експлуатації впливають на вартість поїздки, тобто на витрату енергії, але зворотнього впливу не слідкується. Тому проблема економічного використання енергетичних ресурсів дуже гостра для вивчення.

Вплив умов експлуатації на гібридні транспортні засоби значно менший у порівнянні з транспортними засобами обладнаних звичайним двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ). Основним напрямком зменшення енергетичних витрат є конструктивні рішення побудови транспортного засобу заводом виробником. За приклад візьмемо гібридний автомобіль Toyota Prius Prime 2017 року випуску. Основні значимі конструктивні рішення, які прямо впливають на зменшення витрат на пальне та експлуатацію:

- використання ДВЗ, який функціонує по циклу Аткинсона;
- можливість заряджати силову акумуляторну батарею від звичайної розетки;
- виключно на електротязі автомобіль може здолати відстань до 35 км;
- геометрична форма спроектована для зниження коефіцієнта аеродинамічного опору, який становить менше 0,25;
- при гальмуванні та руху на спусках діє рекуперація[3].

Результати досліджень

Велике значення відіграє інтенсивність руху, тобто енерговитрати при русі у місті та за містом буде різною. У межах міста гібридний автомобіль може рухатися на електротязі і використовувати мінімум бензину при незначних швидкостях. За містом при збільшенні швидкісного режиму у роботу включається ДВЗ. Великий вплив на економічність чинить манера управління транспортним засобом водія. При великих прискореннях та агресивної манери водіння говорити за економічність немає сенсу. Сильно впливає на ви-

трату енергії геометричний профіль дороги. При русі зі спуску включається процес рекуперації і електрична енергія надходить до силової акумуляторної батареї. Toyota Prius Prime має споряджену масу 1530 кг[3]. Це трохи більше, ніж звичайний автомобіль з базовою комплектацією ДВЗ. Це позитивно впливає на коефіцієнт зчеплення коліс з покриттям. Стан самого покриття та його складові сильно впливають на економічне використання транспортних засобів. Складні погодні умови збільшують у рази споживання енергоносіїв[4].

Від використання гібридного автотранспорту значно знижуються показники викидів шкідливих речовин у атмосферу. Значно знижується рівень шуму, так як, наприклад у місті, гібридний автомобіль працює більшу частину на електротязі. Хоча не слід забувати про необхідність переробки акумуляторних батарей гібридних автомобілів по закінченню строку експлуатації. Для отримання електроенергії використовуються більш екологічно чисті способи, ніж для отримання бензину.

Велика кількість країн знижує відсоток на ввіз гібридних автомобілів та електромобілів до країни, тим самим покращуючи ситуацію на автошляхах та сприяє придбанню населенням екологічно чистішого транспорту.

Висновки

Головне те, що сама ціна електричної енергії набагато менша, ніж ціна бензину. Для міських умов, за наявності станцій заряду акумуляторних батарей, гібридний автомобіль є оптимальним рішенням. До того ж, на одному заряді та повному баку бензину Toyota Prius Prime може подолати відстань до 960 км.

Гібридний автомобіль поступається за економічністю тільки електромобілям, наприклад Nissan Leaf S, але поступається за дальністю пробігу на одній заправці або заряді за однаковою ціною продажу[5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Кульбашна Н.І., Конспект лекцій з дисципліни «Безпека руху та гальмівні системи», Харків, ХНАМГ, 2012.
2. Системотехника автомобільного транспорту (расчетные методы исследований) : монография / Н.Я. Говорущенко. – Харьков : ХНАДУ, 2011. – 292 с.
3. Toyota Prius [Електронний ресурс] / Електронні дані. - Режим доступу: http://toyota-prius.infocar.ua/prius-plug-in-hybrid_id5094, вільний. – Назва з екрану.
4. Toyota Prius Prime [Електронний ресурс] / Електронні дані. - Режим доступу: <https://3dnews.ru/930401>, вільний. – Назва з екрану.
5. Грубель М.В. Багатофакторна оцінка та нормування паливної економічності вантажних автомобілів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.20 «Автомобілі і трактори» / М.В. Грубель, Львів, 2008. – 22 с.
6. Nissan Leaf [Електронний ресурс] / Електронні дані. - Режим доступу: <https://ecocars.com.ua/nissan-leaf-2/>, вільний. – Назва з екрану.

АВТОМОБІЛЬНЕ ПАЛИВО, ЯК ІНДИКАТОР РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

Круковська А. В., Аргун Щ. В.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Найпоширенішими видами автомобільного палива є бензин, дизельне паливо і газ. Кожен з них має свої переваги і недоліки [1]. Але за сукупними характеристиками виявляється, що вони не задовольняють споживача. Через це у всьому світі проводяться дослідження і розробки нових, більш екологічних і економічних видів палива [2-8]. Тому необхідно проводити порівняльний аналіз існуючих видів автомобільного палива з ціллю виявлення найбільш перспективного, бо від цього залежить не тільки подальший розвиток авторинку, але і розвиток багатьох галузей промисловості, і інфраструктури.

Мета роботи: аналіз видів автомобільного палива, як індикатору розвитку автотранспортної галузі.

Для досягнення поставленої мети необхідно розглянути існуючі види палива, виділити їх переваги і недоліки, провести порівняльний аналіз з точки зору подальшого розвитку і застосування в транспортній галузі.

НАЙПОШИРЕНІШІ ВИДИ ПАЛИВА

Найбільш поширеними видами автомобільного палива є бензин, дизпаливо і газ.

Бензин. В якості автомобільного палива бензин використовується з початку XIX століття. Невипадково впродовж двох віків він займав передові позиції, бо має незаперечні переваги, такі як [1]: має високу енергетичну щільність; бензинові двигуни (БД) мають велику потужність у відношенні до об'єму і ваги; БД надійні; БД працюють в широкому діапазоні температур, рівнів вологості і атмосферного тиску.

Але незважаючи на переваги бензину, у нього є і серйозні недоліки такі як:

- при згоранні бензину, виділяється парниковий газ;
- при неповному згорянні бензину виділяється окис вуглецю, який є смертельно небезпечним газом;
- бензин є вогнебезпечним;
- БД створюють шум;
- при тривалій дії, бензин може стати причиною виникнення раку;
- оскільки бензин отримують з нафти, ціна його нестабільна і повністю залежить від ціни на нафту;
- кількість нафти у світі з кожним днем зменшується.

Дизельне паливо (ДП). Застосовується ДП в основному на судах, тепловозах, легкових і вантажних автомобілях, тракторах, дизельних електростанціях.

Причини, завдяки яким дизель набув популярності такі:

- дизельні авто економічніші і екологічніші за бензинові авто;
- мають більший термін служби в порівнянні з бензиновими авто;
- ДП дешевше за бензин на 10-15%;
- мають простішу конструкцію, відповідно, і більш високу надійність.

Але авто, що працюють на ДП, окрім переваг, також мають і недоліки такі як:

- вибагливі до якості ДП;
- дизельні авто потребують регулярного обслуговування;
- ремонт дизельного двигуна коштує на 15-20% дорожче за бензиновий двигун;
- низький рівень комфорту – вимагає тривалого прогрівання;
- у холодну пору року можуть виникнути проблеми.

Газ. В якості ГП використовують скраплені вуглеводневі гази (Пропан-Бутан) і

природний газ (метан).

Розглянемо головні переваги, що дає газобалонна установка (ГБУ) встановлена на авто:

- економічність і екологічність (викид шкідливих речовин знижується в рази);
- робота двигуна стає більш плавною, тихою;
- збільшується ресурсу ДВЗ.

Але, нажаль, окрім переваг, у ГБО є також і недоліки, основними з яких є:

- висока вартість устаткування і установчих робіт;
- зменшення вільного місця у багажнику;
- необхідність регулярних техоглядів.

Всі перелічені вище види палива можна віднести до класичних. Вони мають один загальний недолік, проявлений різною мірою – це негативна дія на довкілля.

І саме екологічна ситуація і катастрофічне зменшення природних ресурсів примушує учених всього світу займатися пошуком альтернативної заміни цим видам палива.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ВИДИ ПАЛИВА

До альтернативних видів автомобільного палива (АП) відносяться: біодизель, рідкий азот, водень, електрична енергія.

Біодизельне паливо (БП). БП як і будь який вид палива, має ряд переваг і недоліків.

До переваг БП можна віднести те, що воно [3]:

- не токсичне, практично не містить сірки і канцерогенного бензолу;
- розкладається в природних умовах (приблизно, як цукор);
- забезпечує значне зниження шкідливих викидів в атмосферу при спалюванні.

Але поряд з зазначеними вище перевагами треба відмітити і те, що його виробництво несе істотну шкоду довкіллю [2].

Рідкий азот (РА). Як відомо, азот знаходиться в атмосфері Землі у величезних кількостях і це є його великою перевагою. Транспортні засоби на РА отримують енергію від рідкого азоту, запасеного в спеціальних баках.

Декілька слів про переваги рідкого азоту [7]:

- автомобілі на РА можуть отримувати енергію від електричної мережі, що полегшує утилізацію забруднень, які створюються джерелами енергії (електростанціями);
- енергію автомобілі отримують від електромережі. Це дозволяє знизити вартість енергії і знизити забруднення довкілля нафтопродуктами;
- нижча вартість технічного обслуговування.

Недоліки рідкого азоту: висока вартість; системи, що працюють на рідкому азоті, вимагають наявності теплообмінників для нагрівання і охолодження робочої рідини, а це призводить до збільшення маси автомобіля, ускладнення конструкції, зниження ККД і збільшення вартості.

Водень. Сьогодні більше 90 % водню, що добувається, робиться з вуглеводневих газів. Використання чистого водню, як паливо для ДВЗ випробувано вже давно. Воно не отримало широкого застосування. Причинами цього є:

- енерговитратність способів отримання водню;
- необхідність створення і використання герметичних ємностей для зберігання;
- відсутності мережі станцій для заправки автомобілів воднем.

Найголовнішою перевагою водневих двигунів є екологічність. Використання водню позбавить від величезної кількості всіляких шкідливих речовин, що потрапляють в навколишній простір у вигляді вихлопів при використанні вуглеводневих видів палива [8].

Електрична енергія. Транспортні засоби, що використовують для свого переміщення електричну енергію, називають електромобілями або електрокарами.

Головною перевагою електромобілів перед автомобілем з ДВЗ є висока екологічність, оскільки при їх експлуатації повністю відсутні шкідливі викиди. Крім того, у багато разів знижується вибухонебезпека. Енергія, яка використовується в електромобілях дешевша за бензин. Акумулятори таких транспортних засобів заряджають на електрозаправних

станціях або від звичайної домашньої електромережі. Окрім цього, вони надійні в експлуатації і мають низький рівень шуму [9].

Але і тут не обходиться без недоліків:

- більша вартість у порівнянні з аналогічним авто з ДВЗ;
- труднощі виробництва високоємнісних і дешевих акумуляторів;
- акумулятори розряджаються досить швидко, а їх переробка є проблемою, оскільки вони містять отруйні речовини.

Варто сказати, що в Україні є великі перспективи для розвитку електромобілів. У жовтні 2017 р. було подано «Проект Закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо створення умов для поширення та популяризації електромобілів в Україні», в якому вказано, що електрокари [10]: «до 31 грудня 2022 року, звільняються від оподаткування податком на додану вартість»; «...до 31 грудня 2022 року звільняються від оподаткування акцизним податком операції з ввезення і інші.

ВИСНОВКИ

Розглянуті класичні види палива такі, як бензин, дизпаливо, газ і альтернативні – біодизель, рідкий азот, водень, електрична енергія, з аналізом їх переваг і недоліків.

Найбільш перспективним видом палива є електрична енергія. Бо є економічним, більш безпечним, чистим видом палива, особливо при використанні альтернативних джерел електричної енергії (вітру, сонця тощо).

У багатьох країнах світу розвиток електромобілів підтримується на державному рівні. В Україні подано «Проект Закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо створення умов для поширення та популяризації електромобілів в Україні». Якщо його буде прийнято, то він може дати поштовх для розвитку електромобілів в Україні. А це означає і до змін у транспортній інфраструктурі, і до покращення екології (особливо у містах мільйонниках).

ЛІТЕРАТУРА

1. Преимущества и недостатки бензина в качестве топлива для двигателей // Матеріали сайту – 2015. – Режим доступу: <http://www.enersy.ru/energiya/preimuschestva-i-nedostatki-benzina-v-kachestve-topliva-dlya-dvigatelay.html>
2. Биотопливо: технологии получения, плюсы и минусы использования // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://vipgaz.ua/articles/gaz-na-avto-plyusy-i-minusy>
3. Гафуров Н. М., Хисматуллин Р. Ф. Преимущества биодизельного топлива // Инновационная наука. 2016. – №. 5 – С. 72-74.
4. Dearman Engine Company // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://howcarworks.ru>.
5. Водородное топливо // Матеріали сайту – 2015. – Режим доступу: <http://www.13min.ru/nauka/vodorodnoe-toplivo/>
6. Гнатов А. В. Ретроспектива основних етапів розвитку електромобілів. Частина 2 / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун // Вісник ХНАДУ. 2016. – № 78. – С. 116-124.
7. Транспортные средства на жидком азоте // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. Газ для авто. Каким он бывает? // Матеріали сайту – 2014. – Режим доступу: <http://autoportal.ua/articles/chtobudetesli/27338.html>
9. Хегай Ю. А. Перспективы развития электромобилей и автомобилей-гибридов / Ю. А. Хегай, Н. О. Тарасова, Е. С. Лукьяненко // Теория и практика общественного развития. 2014. – №. 20 – С. 76-78.
10. Проект Закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо створення умов для поширення та популяризації електромобілів в Україні // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=62733

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ЧОТИРИЛАНКОВОГО ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Мельничук С. В., Вітюк І. В., Бовсунівський І. А., Тростенюк Ю. І.

Житомирський державний технологічний університет, Україна

ВСТУП

Математичне моделювання, як відомо, дозволяє за допомогою математичного апарату скласти опис функціонування технічного об'єкта. За допомогою моделювання можливо визначення вихідних параметрів і характеристик, отримання оцінки показників ефективності та якості, пошук оптимальної структури і параметрів об'єкта. У нашому випадку мова піде про математичне моделювання коливань підвіски автомобіля.

Найважливішим компонентом моделювання є розрахункова схема. Вона визначає взаємозв'язок обраних елементів моделі і тим самим відображає властивості досліджуваного об'єкта з деяким ступенем наближення. Вибір розрахункової схеми визначає достовірність подальших розрахунків по математичній моделі.

Для розрахункових схем коливань автомобіля використовуються різні математичні моделі, засновані на теорії випадкових процесів і їх кореляційному і спектральному аналізі[1].

На основі диференціальних рівнянь руху мас модулів складається система рівнянь руху узагальненої маси автомобіля. Мета складання і розв'язання систем рівнянь – визначення законів та параметрів коливального руху автомобіля. Це дає змогу, по-перше, проектувати раціональні конструкції підвісок, а по-друге, забезпечувати нормальні режими експлуатації АТЗ [2].

У зв'язку з тим, що досягнення такої мети для сучасного автомобіля потребує багато часу і спеціального механіко-математичного апарату нижче будуть розглянуті деякі питання механіки коливального руху.

Мета дослідження. Метою даної роботи є розробка методики вибору параметрів підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму для забезпечення існуючих норм на частоти коливань.

Результати досліджень

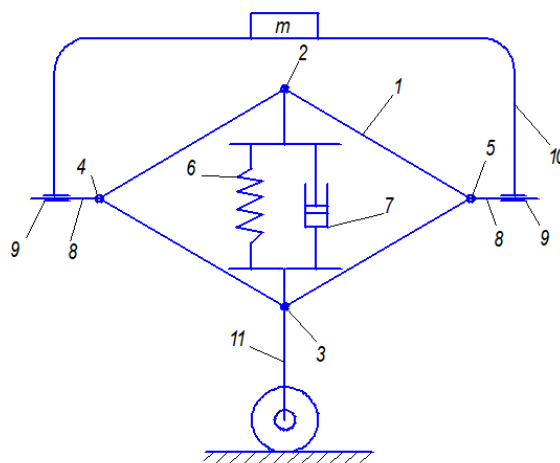


Рисунок 1 – Схема підвіски

На рисунку 1 показана розрахункова схема підвіски. Жорсткість пружного елемента 6 позначимо s , а коефіцієнт опору демпфіруючого елемента 7 позначимо α .

Для складання диференціального рівняння коливань будемо використовувати рівняння Лагранжа другого роду.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{dz} \right) - \frac{dT}{dz} = Q \quad (1)$$

де z - узагальнене переміщення в вертикальному напрямку при чому переміщення точок 4 і 5 підвіски (рис. 1) складає половину переміщення точки 2[3]. Вісь z направимо до низу із положення статичної рівноваги підвіски.

Кінетична енергія підресореної маси:

$$T = \frac{m\dot{z}^2}{2} \quad (2)$$

Узагальнену силу будемо шукати, як коефіцієнт при варіації узагальненого переміщення у виразі для елементарної роботи,

$$\delta A = (-F_\alpha \cdot 2 - 2F_{\text{пр}} + P)\delta z \quad (3)$$

де $F_\alpha = \alpha\dot{z}$ – сила опору демпфуючого елемента 7 (рис.1);

$F_{\text{пр}} = c(z + \lambda_{\text{ст}})$ - сила опору пружного елемента 6 (рис.1);

$P = mg$ – вага підресореної маси

Умова статичної рівноваги $2c\lambda_{\text{ст}} = mg$, з урахуванням якої маємо

$$\delta A = (-\alpha\dot{z} \cdot 2 - cz \cdot 2)\delta z \quad (4)$$

тобто узагальнена сила

$$Q = -2\alpha\dot{z} - 2cz \quad (5)$$

Тоді диференціальне рівняння коливань згідно рівняння Лагранжа 2 роду буде мати вигляд:

$$\ddot{z} + \frac{2\alpha}{m}\dot{z} + \frac{2c}{m}z = 0 \quad (6)$$

де позначивши

$$h = \frac{\alpha}{m}; k^2 = \frac{2c}{m} \quad (7)$$

Одержимо лінійне однорідне диференціальне рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами:

$$\ddot{z} + 2h\dot{z} + k^2z = 0 \quad (8)$$

Таке рівняння інтегрується тривіально і дозволяє отримати закон коливань. Оскільки необхідно забезпечити затухання коливань за один, півтора періоду, то відносний коефіцієнт затухання ψ який пов'язаний з коефіцієнтом опору співвідношенням повинен дорівнювати 0,2[4]:

$$\alpha = 2\psi\sqrt{cm} \quad (9)$$

При цьому характер коливань матиме вигляд (рис. 2).

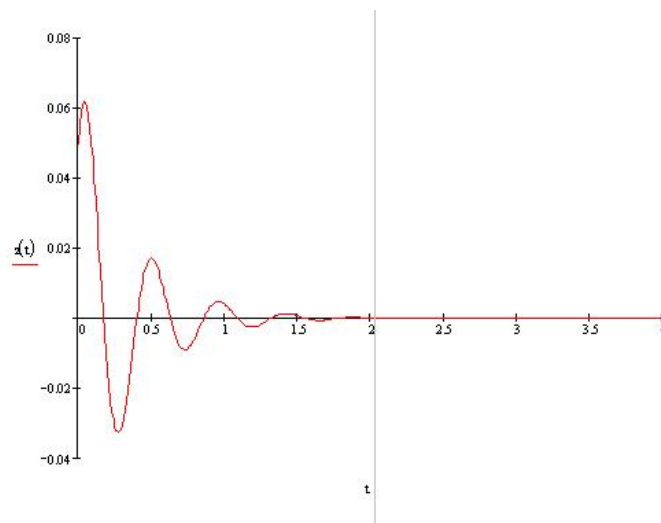


Рисунок 2 – Характер коливань

Висновки

Отримані співвідношення дозволяють підібрати жорсткість пружного та демпфуючого елементів виходячи з маси автомобіля та частоти коливань, яка як відомо, для вантажних автомобілів повинна бути в межах 1,2-1,8 Гц для легкових 0,8-1,2 Гц.

Змінюючи значення параметра ψ на основі отриманих рівнянь є можливість змінювати динамічні характеристики підвіски.

ЛІТЕРАТУРА:

7. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода/ Р.В. Ротенберг Р.В. // М.: Машиностроение.- 1972. – С. 392.
8. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля / М. Ф. Кошарний // Житомир, РВВ ЖІТІ. – 1998. – С. 200.
9. Мельничук С.В. Моделювання підвіски автомобіля на основі важільного чотириланкового механізму / С.В. Мельничук, Е.М. Рибалкин // Вісник ЖДТУ. – 2003. – № 3. – С. 36–39.
10. Дербаремдикер А.Д. Амортизаторы транспортных машин / А.Д. Дербаремдикер // М.: Машиностроение. – 1985. – С. 200.

ПОРІВНЯННЯ ВИТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Опанасюк Є. Г., Бегерський Д. Б., Новіков В. І., Купрейчук І. М.

Житомирський державний технологічний університет, Україна

ВСТУП

Зі зменшенням енергетичних ресурсів в навколишньому середовищі зростає необхідність економії нафтових палив та зменшення токсичності викидів двигунів внутрішнього згоряння в атмосферу. Тому все більш широке поширення набувають альтернативні біопалива на основі тваринних жирів та рослинних олій. Питанням переведення двигунів на біопалива присвячена велика кількість праць [1, 4]. Таким чином, враховуючи статистику по запасам нафти та динаміку витрат нафтових палив, а також враховуючи досвід іноземних держав, можна стверджувати, що роботи пов'язані з переведенням автомобільних двигунів на біопалива є актуальними.

Метою роботи: Є дослідження витрати палива при роботі двигуна на класичному дизельному та на біодизельному паливі.

Результати досліджень. Для порівняння показників витрат палива на звичайному дизельному та на біодизельному паливі, було виконано розрахунок за методом Н.Я. Говорущенко [3]. За основу було обрано двигун OM 651, який встановлюється на автомобілі Mercedes-Benz Vito.

$$Q = \frac{1}{\eta_i} [A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot V_a \cdot (G_a \cdot \Psi + 0,077 \cdot kF \cdot V_a^2)], \quad (1.1)$$

де: i_k - передавальне число коробки передач; G_a - вага автомобіля; η_i - індикаторний ккд; Ψ - сумарний опір дороги; k - коефіцієнт обтічності; F - лобова площа автомобіля;

$$A = \frac{381 \cdot V_h \cdot i_o}{H_n \cdot \rho_T \cdot r_k}; \quad (1.2)$$

$$B = \frac{11 \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_o^2}{H_n \cdot \rho_T \cdot r_k^2}; \quad (1.3)$$

$$C = \frac{100}{H_n \cdot \rho_T \cdot \eta_{tr}}; \quad (1.4)$$

Параметри Ψ , i_k , N_i , η_i були розраховані за відомими методиками [3].

Результати розрахунків витрат палива в залежності від швидкості автомобіля на дизельному паливі біодизелі представлені у таблицях 1 та 2 відповідно.

Таблиця 1 – Витрата дизельного палива

V_a	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ψ	0,090	0,045	0,030	0,023	0,018	0,015	0,013	0,011	0,010
i_k	5,684	2,842	1,895	1,421	1,137	0,947	0,812	0,711	0,632
N_i	7,7593	7,9592	8,5019	9,5587	11,3010	13,9003	17,5277	22,3548	28,5529
η_i	0,4463	0,4467	0,4479	0,4501	0,4537	0,4592	0,4668	0,4769	0,4900
Q	23,16	11,79	8,24	6,74	6,11	5,97	6,14	6,52	7,04

Таблиця 2 - Витрата біодизельного палива

V_a	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ψ	0,090	0,045	0,030	0,023	0,018	0,015	0,013	0,011	0,010
i_k	5,684	2,842	1,895	1,421	1,137	0,947	0,812	0,711	0,632
N_i	7,7593	7,9592	8,5019	9,5587	11,3010	13,9003	17,5277	22,3548	28,5529
η_i	0,4151	0,4154	0,4165	0,4186	0,4220	0,4270	0,4341	0,4436	0,4557
Q	26,48	13,48	9,42	7,70	6,99	6,83	7,02	7,46	8,05

На основі проведених розрахунків побудовано залежність витрат палива від швидкості автомобіля на дизельному паливі та біодизелі (рис. 1)

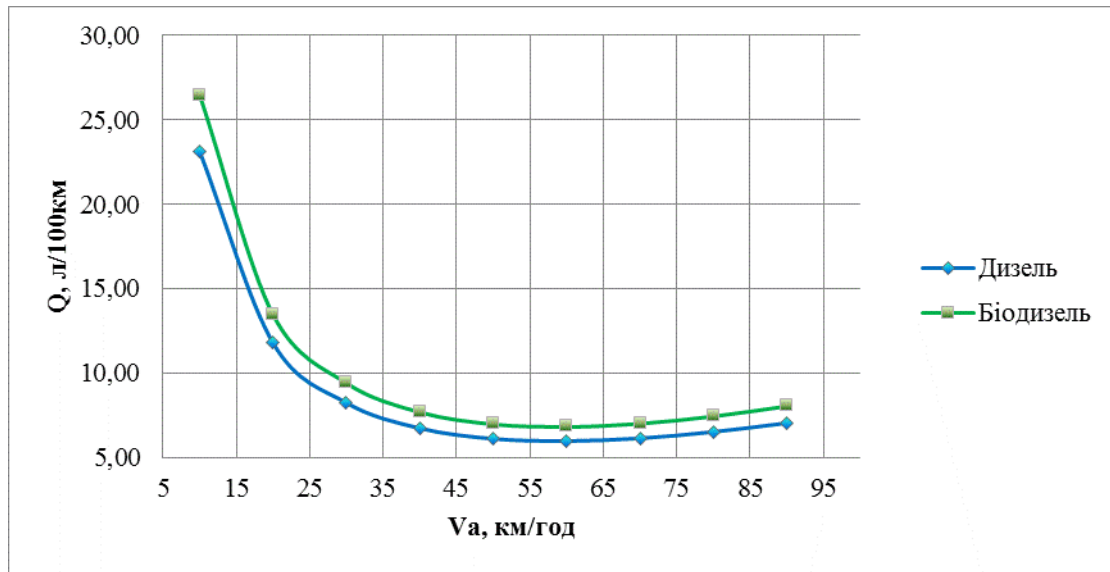


Рис. 1. Залежність витрати палива від швидкості автомобіля.

На основі аналізу відомих праць [1, 4, 5], можна стверджувати, що вплив переходу на біодизель на тягово-швидкісні властивості автомобіля має аналогічний характер.

Висновок: З аналізу отриманих розрахунків роботи двигуна на дизельному та біодизельному паливах, видно, що при переході на біодизель збільшується витрата палива у середньому на 12,5%.

ЛІТЕРАТУРА

- Семенов В. Г. Аналіз показників роботи дизелів на нафтових і альтернативних паливах рослинного походження. - Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: Збірка наук. праць. Харків: НТУ «ХПІ», 2002. - № 3. - С. 177-197. Инструкция по получению биодизеля. // Масложировая промышленность. – Научно-технический производственный журнал. – М.: Пищевая промышленность 2005. № 5. – С. 17– 18.
- Семенов В.Г. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакової олії / В.Г. Семенов, А.П. Марченко, Д.У. Семенова, О.Ю. Лінков / Вісник ХДПУ, Випуск 101. – Харків: ХДПУ, 2000. – С. 159 – 163.
- Говорущенко Н. Я., Туренко А. Н. Системотехника транспорта – Харьков: РИО ХГА-ДТУ, 1999 – 468с.
- Deshmukh SJ, Bhuyar LB, Transesterified Hingan (Balanites) oil as a fuel for compression ignition engines, Biomass and Bioenergy 33 (2009) 108–112.
- Munack A, Schroder O, Krah J, Bunger J, Comparison of relevant gas emissions from biodiesel and fossil diesel fuel, Agricultural Engineering International: 3 (2001) manuscript EE 01 001.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Поляков А. П., Біліченко В. В., Галушак Д. О.

Вінницький національний технічний університет

ВСТУП

Біодизельне паливо є перспективним заміником традиційного нафтового дизельного палива. Використання біодизельного палива дозволяє зменшити залежність від нафтових палив викопного походження, оскільки запаси нафти постійно зменшуються. На думку фахівців, повне заміщення дизельного палива нафтового походження біодизельним в двигунах, які знаходяться в експлуатації на даний час є недоцільним враховуючи особливості фізико-хімічних властивостей біодизельного палива. Найбільш перспективним є використання суміші дизельного та біодизельного палив. Навіть завдяки невеликій частці (в межах 5-10%) біодизельного палива в суміші можна зменшити витрату дизельного палива, скоротити витрати на експлуатацію автомобіля та покращити його екологічні показники.

Мета роботи: аналіз способів використання суміші дизельного та біодизельного палив для живлення автомобільних двигунів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розглянути існуючі способи використання суміші дизельного та біодизельного палив для живлення автомобільних двигунів, визначити їх переваги та недоліки.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вчені Y. He та Y.D. Bao у роботі [1] стверджують, що суміш з 70% дизельного та 30% біодизельного палива (B30) є оптимальною для забезпечення ефективної роботи двигуна автомобіля та стабільності й однорідності суміші. В роботі [1] було досліджено залежність питомої витрати суміші B30 від чотирьох регульованих параметрів: кута закриття впускного клапана, кута відкриття випускного клапана, кута випередження впорскування палива та тиску впорскування. Аналіз результатів роботи показує, що найбільш вагомим параметром, який впливає на питому витрату суміші палив, є кут випередження впорскування.

В роботі [2] покращення економічних та екологічних показників дизельних двигунів DONG FENG сімейства CY4102BZLQ, які встановлюються на автобус «Богдан» моделі А-091 при використанні суміші дизельного та біодизельного палив B20 було досягнуто за рахунок зменшення кута випередження впорскування палива. Також, для покращення процесу згорання суміші дизельного та біодизельного палив було збільшено ступінь стиснення за допомогою встановлення тоншої прокладки між блоком циліндрів і головкою та регулюванням надпоршневого простору штатною свічею накаливання.

Вченими д.т.н., професором Гусаковим С.В. та к.т.н., доцентом П.Р. Вальехо Мальдонадо [3] було запропоновано спосіб двухфазної подачі палива для живлення дизельного двигуна паливами рослинного походження. Спосіб двухфазної подачі палива реалізується за рахунок встановлення додаткової форсунки у впускному колекторі двигуна. Спочатку частина палива впорскується у впускний колектор через додаткову форсунку, а потім за допомогою штатної системи живлення - у циліндр двигуна. Це дозволяє забезпечити більш повне згорання біодизельного палива.

Для можливості використання біодизельного палива в зимній період експлуатації автомобіля в роботі [4] запропоновано систему двоступеневого підігріву палива, що дозволяє використовувати біодизельне паливо за умов низької температури повітря та забезпечує більш повне його згорання.

Авторами роботи [5] було розроблено принципові схеми подачі палива (дизельного, біодизельного, або суміші дизельного та біодизельного) для живлення дизельного двигуна,

які представлено на рис. 1 та 2. Застосування схеми, що зображена на рис. 1 [5], дозволяє використовувати біодизельне паливо В100 або його суміш дизельним паливом в різних сталих пропорціях, отриманих заздалегідь, не виключаючи можливості працювати на дизельному паливі.

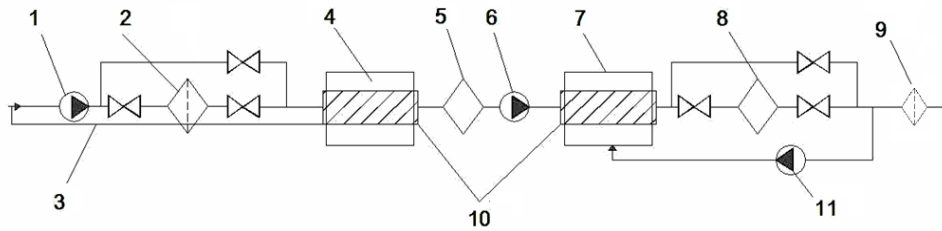


Рисунок 1 – Принципова схема подачі палива (дизельного, біодизельного, або суміші дизельного з біодизельним) для живлення дизельного двигуна: 1 – паливний насос; 2 – фільтр грубої очистки палива; 3 – підігрівач трубопроводу; 4, 7 – баки; 5, 8 – сепаратори; 6, 11 – насоси сепараторів; 9 – фільтр тонкої очистки; 10 – підігрівачі палива у баках із зовнішнім обігрівом [5]

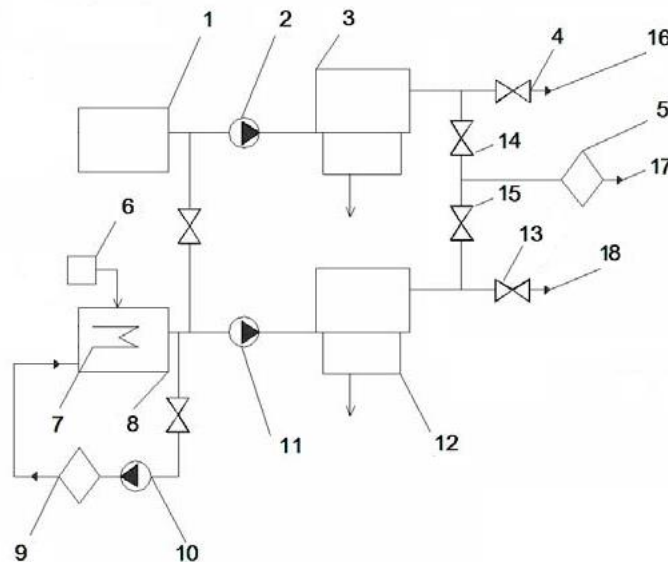


Рисунок 2 – Принципова схема подачі палива (дизельного, біодизельного, або суміші дизельного та біодизельного) однією із трьох ліній для живлення дизельного двигуна: 1 – бак для дизельного палива; 2, 11 – насоси установок очищення палива; 3, 12 – комбінована установка очищення палива (фільтр-сепаратор з вбудованим підігрівачем палива); 4, 13 – запірні клапани; 5 – змішувач; 6 – бак присадок для біодизеля; 7 – занурений підігрівач палива; 8 – бак для біодизельного палива; 9 – сепаратор; 10 – насос сепаратору; 14, 15 – перепускні клапани; 16 – лінія подачі дизельного палива; 17 – лінія подачі суміші дизельного та біодизельного палив; 18 – лінія подачі біодизельного палива [5]

Особливістю цієї схеми є встановлення підігрівача трубопроводу 3 (для підігріву суміші В100 та сумішей із вмістом біодизельного палива більше 30%) та підігрівачів палива у баках із зовнішнім обігрівом 10. Також передбачено встановлення сепараторів 5 та 8, в зв'язку з відносно великою гігроскопічністю біодизельного палива, що дає змогу видалити надлишкову вологість з палива.

На рис. 2 [5] зображено схему подачі палива, застосовуючи яку можна змінювати склад суміші дизельного та біодизельного палив в будь-яких пропорціях, або використовувати чисте дизельне чи біодизельне паливо. Особливістю даної схеми є подача палива (суміші палив) в двигун по одній із трьох ліній живлення. Лінія подачі палива 16 призначена для по-

дачі дизельного палива в двигун, лінія 18 - для подачі біодизельного палива, а лінія 17 - для подачі суміші дизельного та біодизельного палив. Створення суміші палив здійснюється у змішувачі 5. Необхідно відмітити те, що для фільтрації та сепарації палива передбачено встановлення комбінованих очисних установок з вбудованим підігрівачем 3, 12.

Таким чином, при використанні системи подачі палива, яка зображена на рис.1 для живлення двигуна транспортного засобу сумішшю дизельного та біодизельного палив необхідно заздалегідь підготовлювати суміш певного складу. При використанні системи подачі палива, яка зображена на рис. 2, суміш створюється у змішувачі під час руху транспортного засобу, але склад суміші попередньо задається за рахунок встановлення у відповідні положення перепускних клапанів 14, 15. Тому, основним недоліком даних систем є те, що вони не дозволяють змінювати склад суміші дизельного та біодизельного палив під час руху автомобіля в залежності від швидкості, умов руху та його завантаження.

При використанні суміші палив постійного відсоткового складу, для збереження потрібних технічних показників двигуна та для компенсування меншої енергоємності паливної суміші необхідно збільшувати циклову подачу на режимах максимального крутного моменту та номінальної потужності двигуна. Збільшення циклової подачі обмежується тривалістю горіння паливо-повітряної суміші, тому при великому вмісті біодизельного палива в суміші на режимах максимального навантаження обмежують величину її циклової подачі до умови повного згорання паливної суміші. Тому може виникнути ситуація, при якій теплота згорання суміші буде недостатньою для забезпечення технічних показників двигуна і вони, відповідно, будуть погіршуватись.

При періодичному регулюванні складу суміші, тобто при використанні схеми подачі палива, яка наведена на рис. 2, під час руху автомобіля не враховуються зміни умов руху, що зменшує ефективність використання біодизельного палива або погіршує динамічні показники автомобіля.

ВИСНОВКИ

Аналіз способів використання суміші дизельного та біодизельного палив для живлення автомобільних двигунів показав, що на теперішній час більшість досліджень проводяться при живленні двигунів сумішшю дизельного та біодизельного палив із сталим складом.

Використання постійного складу суміші палив не завжди є ефективним, оскільки двигун автомобіля працює в широкому діапазоні навантажувальних та частотних режимів роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. He Y. Study on rapeseed oil as alternative fuel for a single-cylinder diesel engine / Y. He, Y. D. Bao: Renewable Energy. An international journal. – 2003. – № 28. – P. 1447-1453.
2. Шльончак А.І. Покращення економічних та екологічних показників транспортних засобів з дизелем шляхом використання сумішевих палив: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / І. А. Шльончак: Нац. трансп. ун-т. – К., 2013. – 20 с.
3. Вальехо Мальдонадо Пабло Рамон. Применение раздельной подачи топлива растительного происхождения в малоразмерный дизель с целью улучшения его экологических показателей: дисс. канд. техн. наук / Вальехо Мальдонадо Пабло Рамон: РУДН. – М., 2000. – 185 с.
4. Третьак В.М. Ефективність використання пального рослинного походження для живлення двигунів внутрішнього згорання сільськогосподарських машин / В.М. Третьак, В.С. Больбут, О.М. Ганженко, А.М. Мазуренко // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – Київ, 2013. – Вип. 19. – С. 163-167.
5. Горбов В.М. Обґрунтування раціональних параметрів паливних систем СЕУ при використанні біодизельних палив / В.М. Горбов, В.С. Мітенкова // Энергетические и тепло-технические процессы и оборудование. – 2009. – №3. – С. 180-186.

СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ ПІКОВИХ СТРУМІВ СИСТЕМИ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПІДІГРІВУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Сєріков Г. С.¹, Mohamed Bushara²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²University of Gezira, Республіка Судан

ВСТУП

Для стійкого сполоху паливо-повітряної суміші у циліндрах дизельного двигуна необхідно, щоб температура у циліндрах досягала 300...400 °С. В момент пуску дизельного двигуна, особливо в зимовий період температура у циліндрах недостатня. Підвищення температури за рахунок створення компресії недостатньо. Тому в конструкції дизельного двигуна застосовуються свічі накалювання, робоча частина яких розташована в камері згоряння для підігріву повітря [1].

Свічі накалювання за рахунок інтенсивного розігрівання створює необхідну для спалаху паливо-повітряної температуру. Як правило свічі розжарюються до температурі близько 600...1500 °С протягом 5...20 с і в середньому споживають струм 8...16 А (тобто 96...192 Вт) кожна [2]. Деякі моделі досягають температури 2000 °С.

Однак у початковий момент часу холодна свіча накалювання має дуже низький опір. Спираль яка є нагрівальним елементом холодна, і через те що вона має дуже низький опір через неї починає протікати піковий струм до 60А [3].

Результати досліджень. Наявність моментів часу, коли існує піковий струм негативно впливає на всі компоненти системи: свічі накалювання, акумуляторну батарею та схему керування живленням свічок. Джерело потужності - акумуляторна батарея повинна у початковий момент часу на короткий проміжок часу віддати багато енергії на розігрів свічок та на розкручування стартера для запуску двигуна. При такій експлуатації значно скорочується строк служби системи передпускового підігріву дизельних двигунів. Пошкодження або руйнування нагрівальної спіралі становить також в наслідок занадто високої температури розігріву. Це необхідно для скорочення терміну розігріву свічок.

Для запобігання цього використовують різні методи стабілізації температурі та струму.

Найбільш розповсюдженим методом зниження пікового струму є застосування додаткового опору, що підключають послідовно зі свічками в перший момент включення живлення. Дали за допомогою багатостумового реле додатковий опір від'єднується зі схеми. Основним недоліком застосування додаткового опору є наявність джерела тепла, що розсіює енергію акумулятора, та може призвести до термічного руйнування навколишніх елементів.

Використання послідовно-паралельного методу живлення значно ускладнює конструкцію корпусу свічок.

Застосування допоміжної спіралі накалювання зніжує піковий струм в початковий момент розігріву, але суттєво ускладнює процедуру діагностики. Свічку, що підлягає діагностики необхідно демонтувати.

Для зменшення часу розігріву застосовуються стрижневі свічі накалювання, що дозволяють досягнути температури близько 900 °С за 6-10 с. Але далі ці свічі дуже швидко перегріваються, тому застосування таких свічок вимагає спеціального пристрою керування.

Во всіх наведених прикладах ускладнюється схема живлення та керування свічкою, що призводить до зменшення її надійності та ускладнює її діагностику. Із додаванням додаткового опору підвищується й час накалювання свічки.

При використанні свічок накаливання у таких умовах може привести до виходу свічок з ладу.

Використання існуючих схем живлення не позбавляє повністю від проблеми зниження пікового струму в початковий момент часу. При цьому застосування існуючих методів або значно підвищує час розігріву, або суттєво ускладнює конструкцію свічок.

Застосування широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) дозволяє усунути ці недоліки.

Процес ШІМ керування шириною (тривалістю) високочастотних імпульсів по закону, який задає низькочастотний сигнал. Використання цієї системи дозволяє повільно збільшувати напругу на свічах накаливання без протікання високого струму шляхом короткочасного її вмикання на початку роботи.

З графіка (Рис. 1) видно, що при використанні ШІМ регулювання досягається за доволі малий час накаливання свічки при незначних втратах потужності та без появи високих струменів (10А замість 60А).

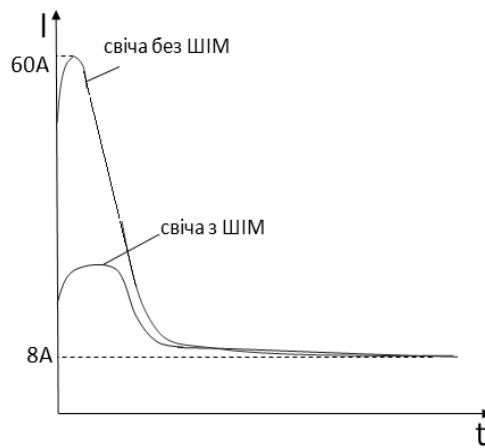


Рис. 1. Струм живлення свічок накаливання

При застосуванні ШІМ - регулятора зі змінним коефіцієнтом шпаруватості система підготовки холодного старту двигуна у порівнянні з існуючими системами використовує значно нижче значення потужності. «М'який» пуск призводить до підвищення строку служби свічок. Запропонований спосіб забезпечує просту схемну реалізацію та відсутність «ударного» струму під час перехідного режиму.

Висновки. Застосування ШІМ регулювання зі змінною шпаруватістю зменшує початковий піковий струм живлення свічок. Час розігріву свічок до робочої температури збільшився несуттєво та склав 7 - 8 с. Запропонована технологія реалізується на простій елементній базі. Застосування ШІМ регулювання суттєво зменшує сумарний вплив пікового навантаження на систему живлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дизельные двигатели М.: Петит, 2002. — 384 с.
2. Квайт С.М. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей / С.М. Квайт, Я.А. Менделевич, Ю.П. Чижков Машиностроение, 1990, 256 с.
3. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей / В.Е. Ютт М: Горячая линия -Телеком, 2006. - 440 с.
4. Дентон Т. Автомобильная электроника / Т. Дентон пер с англ. – М. : НТ Пресс, 2008, - 576 с. : с ил

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ

Смирнов О. П., Борисенко А. О., Бикова О. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Основним компонентом електромобіля є тягова акумуляторна батарея. Прогрес у розвитку електричних накопичувачів електричної енергії підтримується науково-технічним розвитком літій-іонних акумуляторів. Саме дослідженню літій-іонних акумуляторів, які застосовуються для живлення електропривода транспортних засобів.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

На даний момент дослідники всього світу працюють над створенням нових літєвих батарей, що дозволить значно збільшити запас ходу електромобілів [1-3].

Акумулятори літій-іонного типу мають високу щільність енергії і завдяки цьому при компактному розмірі та легкій вазі забезпечують в 24 рази більшу ємність порівняно зі свинцево-кислотними акумуляторами. Безсумнівно, великим достоїнством літій-іонних батарей є висока швидкість повної 100 % перезарядки протягом 2...3 год [4].

Літій-іонні акумулятори отримали широке застосування в сучасній електронній техніці, автомобілебудуванні, системах накопичення енергії, сонячної генерації електроенергії. Вкрай затребувані в високотехнологічних пристроях мультимедіа та зв'язку: телефонах, планшетних комп'ютерах, ноутбуках, радіостанціях, тощо. Сучасний світ важко уявити без джерел живлення літій-іонного типу, тому саме такий тип акумуляторів є самим перспективним для живлення електромобілів [5].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Принцип роботи літій-іонних акумуляторів полягає в використанні іонів літію, які пов'язані молекулами додаткових металів. Зазвичай, на додаток до літію застосовуються літій кобальт оксид і графіт. При розряді літій-іонного акумулятора відбувається перехід іонів від негативного електрода (катода) до позитивного (анода) і навпаки при заряді. Схема акумулятора передбачає наявність розділового сепаратора між двома частинами елемента, це необхідно для запобігання самовільного переміщення іонів літію. Коли коло акумулятора замкнута і відбувається процес заряду або розряду, іони долають розділовий сепаратор прагнучи до протилежно зарядженого електрода.

Завдяки своїй високій ефективності, літій-іонні акумулятори отримали бурхливий розвиток і безліч підвидів, наприклад, літій-залізо-фосфатні акумулятори (LiFePO_4). Сучасні літій-іонні акумулятори мають безліч підтипів, основна різниця яких полягає в складі катода (негативно зарядженого електрода). Також може змінюватися склад анода для повної заміни графіту або використання графіту з додаванням інших матеріалів. Різні види літій-іонних акумуляторів позначаються по їхньому хімічному розкладанню. Проведемо дослідження найбільш розповсюджених типів літій-іонних акумуляторів.

Проведено порівняльні дослідження основних характеристик різних типів літій-іонних акумуляторів, результати якого зведені до таблиці 1.

У таблиці 1 відсутня максимальна ємність елементів, тому що технологія літій-іонних акумуляторів не дозволяє виробляти потужні окремі елементи. Коли необхідна висока ємність батареї, то акумулятори з'єднуються паралельно і послідовно за допомогою перемичок. Стан батареї акумуляторів обов'язково повинен контролюватися системою батареїного моніторингу.

Таблиця 1 – Характеристики літій-іонних акумуляторів

Тип Параметр	LiCoO ₂	LiMn ₂ O ₄	LiNiMnCoO ₂	LiFePO ₄	LiNiCoAlO ₂	Li ₄ Ti ₅ O ₁₂
Напруга елемента, В	3,6	3,7	3,6...3,7	3,2	3,6	2,4
Оптимальна глибина розряду, %;	85...90	85...90	85...90	85...90	85...90	85...90
Допустима глибина розряду, %;	100	100	100	100	100	100
Циклічний ресурс, D.O.D.=80 %	700...1000	1000...2000	1000...2000	1000...2000	1000...2000	5000...8000
Оптимальна температура, °C	+20...+30	+20...+30	+20...+30	+20...+30	+20...+30	+20...+30
Діапазон температур, °C	-10...+60	-10...+45	-10...+55	-10...+60	-10...+55	-10...+45
Термін служби, р. при +20 °C	5...7	10	10	20... 25	20... 25	18... 25
Саморозряд в місяць, %	1... 2	1... 2	1... 2	1... 2	1... 2	1... 2
Макс. струм розряду, А	1 С	10 С / 30 С 5 с	2 С	25...30 С	1 С	10 С / 30 С 5 с
Макс. струм заряду, А	0,7...1 С	0,7...1 С	0,7...1 С	1 С	0,7 С	1 С
Мінімальний час заряду, год.	2...3	2...2,5	2...3	2...3	2...3	2...3
Рівень вартості	Високий	Середній	Середній	Низький	Середній	Високий

Сучасні батареїні блоки для джерел безперебійного живлення і сонячних електростанцій на основі літєвих елементів можуть досягати напруги 500...700 В постійного струму з ємністю близько 400 А·год, а також ємності 2000...3000 А·год з напругою 48 В або 96 В. Завдяки новим розробкам у виробництві акумуляторів, електрифікація в автомобільній галузі помітно посилюється з кожним роком, все більше провідних автовиробників розробляють власні електромобілі. Але для того щоб масово застосувати електромобілі потрібно створити відповідну інфраструктуру для зарядки акумуляторів.

ВИСНОВКИ

Проведено дослідження різних типів літій-іонних акумуляторів, проведено порівняння їх технічних характеристик. Визначено, що для живлення електропривода електромобіля доцільно використовувати батареї літій-марганцевого типу LiMn₂O₄ у комбінації з літій-нікель-марганець-кобальтовими (LiNiMnCoO₂). Ця комбінація хімічних елементів використовує позитивні якості обох систем за рахунок чого підвищується питома енергоємність, питома потужність та термін служби акумуляторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зеленцова М.А. Состояние и перспективы развития в области создания, исследования и использования аккумуляторных батарей для электромобилей / М.А. Зеленцова, А.С. Прищепов // Материалы 75-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) «Перспективы развития автомобилей. Развитие транспортных средств с альтернативными энергоустановками», 2011. – С. 204-209.

2. Смирнов О.П. Экологически чистый транспорт – будущее наших городов / О.П. Смирнов, С.И Клименко, О.Г. Гелашвили // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 17-19 листопада 2015 р., ХНАДУ, Харків – С. 29–30.
3. Волынский В.В. Аккумуляторные батареи для электромобилей: современное состояние и перспективы / Волынский В.В, Ключев В.В., Новоселов М.А. // Материалы 75-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) «Перспективы развития автомобилей. Развитие транспортных средств с альтернативными энергоустановками», 2011. – С. С. 193-197.
4. Electric Vehicle Lithium-ion Battery // [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.nissan-global.com/en/technology/overview/li_ion_ev.html - Назва з екрану.
5. Nissan Leaf [електронний ресурс] / Електронні дані. - Режим доступу: <http://www.nissanusa.com/electric-cars/leaf/versions-specs/>, вільний. - Назва з екрану.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОЦИКЛА НА БАЗІ МОТОЦИКЛА AJ'S REGAL-RAPTOR EOS 350

Шеремет А. В.

Автотранспортний коледж ДВНЗ «Криворізький національний університет», Україна

ВСТУП

Останнім часом однією з вимог при експлуатації транспорту є зниження витрат і зменшення шкідливих викидів у навколишнє середовище, тому електротранспорт стає все популярніше. На сьогодні темпи зростання ринку електромобілів становить понад 70%. Разом з явною екологічною безпекою таких видів транспорту на перший план вийшла їх економічність.

На відміну від електромобілів мотоцикли з електроприводом тільки починають з'являтися на ринку. На теперішній час американські виробники є безальтернативними лідерами та пропонують електроцикли, які можуть скласти конкуренцію кращим бензиновим зразкам. Але вартість серійних електроциклів на теперішній час є досить значною. Тому, як альтернатива, пропонується конверсія мотоцикла в електроцикл. Такий шлях модернізації при порівняно невисоких витратах дозволяє значно зменшити підсумкову вартість.

Метою даної роботи є розробка конструкції силової установки при конверсії мотоцикла в електроцикл.

Для досягнення поставленої мети необхідно визначити основні параметри елементів системи тягового електроприводу; розрахувати основні характеристики електромотоцикла; розробити схему розміщення основних елементів системи тягового приводу.

Вибір елементів системи тягового електроприводу

Для моделювання тягово-швидкісних характеристик був обраний мотоцикл AJ'S Regal-Raptor Eos 350.

В результаті розрахунків встановлено, що для руху зі швидкістю 100 км/год мінімально необхідна потужність двигуна становить 8,2 кВт. Таким чином для переобладнання мотоцикла в електромотоцикл необхідний електродвигун потужністю не менше 8 кВт.

Застосування мотор-колеса (QS 273) в конструкції електромотоцикла дасть можливість спростити конструкцію за рахунок відсутності трансмісії, зникне потреба в періодичному обслуговуванні, підвищиться надійність конструкції. Крім того, розташування електродвигуна всередині колеса збільшить простір всередині рами мотоцикла, що дасть можливість розмістити більшу кількість акумуляторів. Однак при такій компоновці існує суттєвий недолік – велика невіднесена маса колеса, що значно погіршує плавність ходу мотоцикла.

Вибір акумуляторів здійснювався за сукупністю параметрів і співвідношенню ціна-якість. У якості тягової була обрана літій-іонна акумуляторна батарея (LiMn₂O₄), яка застосовується на електромобілі Nissan Leaf. Такий вибір обумовлений високою питомою ємністю, можливістю 80 % розряду великими струмами та достатньо прийнятною ціною. Також акумулятори даного типу мають дуже добру струмовіддачу.

Основним недоліком акумуляторів даного типу є обмежена працездатність в холодну пору року. Але враховуючи те, що експлуатація мотоцикла при низьких температурах є досить проблематичною, даним недоліком можна знехтувати.

Враховуючи складність самостійного виготовлення і налаштування інвертора та контролера, досить високу вартість їх компонентів, був вибраний блок управління вентиляним електродвигуном КНВ1240. В даному блоці управління функції контролера та інвертора об'єднані. Управління режимами роботи електродвигуна виконується за допомо-

гою широтно-імпульсної модуляції. Блок управління обладнаний захистом від перевантаження по струму та напрузі. Граничні значення струму і напруги електродвигуна та акумуляторної батареї можуть змінюватись перепрограмуванням. Даний блок управління підтримує режим рекуперативного гальмування. Також існує можливість перепрограмування алгоритмів роботи блоку.

Розрахункові характеристики електромотоцикла

Для визначення розрахункової максимальної швидкості електромотоцикла сумісно графіки необхідної потужності, та потужності електродвигуна. Суміщений графік представлений на рисунку 1.

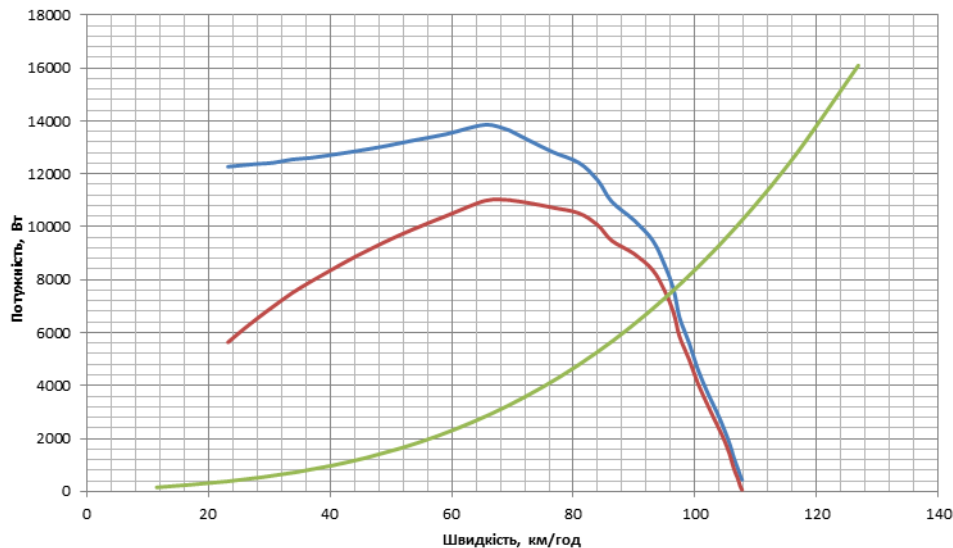


Рисунок 1 – Суміщений графік потужностей

Проаналізувавши даний графік, можна зробити висновок, що максимальна швидкість електромотоцикла становить 96 км/год. Слід зазначити, що дані характеристики представлені для номінальної потужності двигуна, яка становить 14 кВт. Враховуючи те, що пікова потужність тягового електродвигуна може досягати 34 кВт, електромотоцикл здатний короточасно розвивати значно більшу швидкість (більше 140 км/год).

Приблизний запас ходу електромотоцикла, враховуючи зміну ККД електродвигуна на різних режимах представлений на рисунку 2.

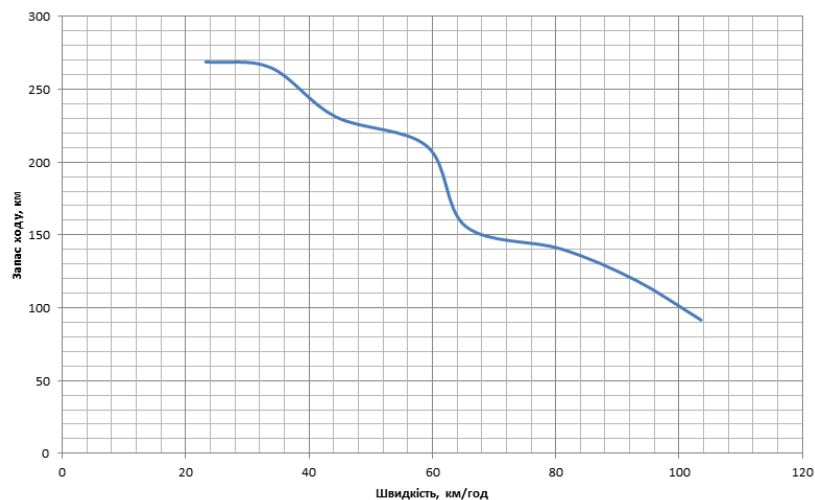


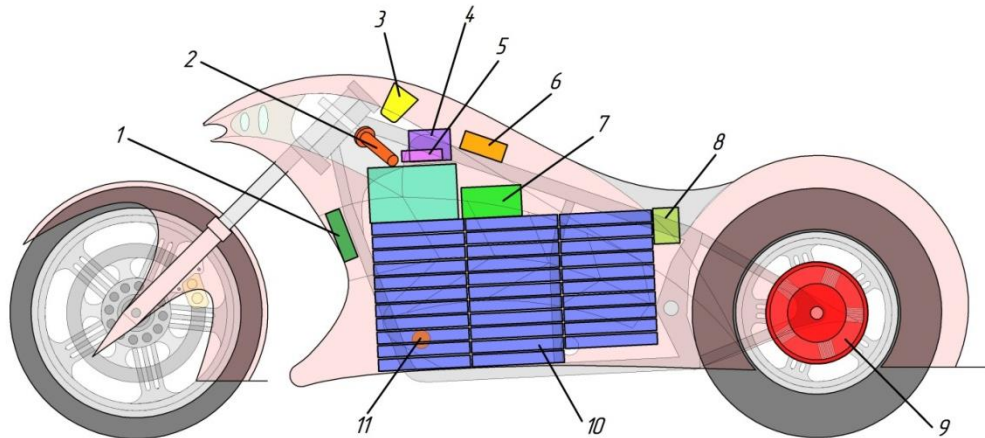
Рисунок 2 – Залежність запасу ходу від швидкості руху мотоцикла

Даний графік дає можливість зробити висновок, що запас ходу на швидкості 80 км/год (максимальна дозволена ПДР швидкість для мотоциклів) становить близько 140

км, а на швидкості 60 км/год – близько 200 км, що є цілком на рівні серійних моделей електроциклів.

Розташування елементів тягового електроприводу

Схема розміщення елементів системи тягового приводу електромотоцикла представлена на рисунку 3.



- 1 – радіатор охолодження ВЕД; 2 – рукоятка акселератора; 3 – інформаційна панель;
4 – додаткова акумуляторна батарея; 5 – перетворювач напруги; 6 – блок реле і запобіжників; 7 – блок управління електродвигуном; 8 – електричний водяний насос;
9 – тяговий електродвигун; 10 – тягова акумуляторна батарея; 11 – датчик гальмівної педалі.

Рисунок 3 – Схема розміщення елементів системи тягового приводу електромотоцикла

При даному розміщенні елементів системи тягового електроприводу забезпечується:

- достатньо швидкий доступ до елементів системи при їх налаштуванні та обслуговуванні;
- достатнє охолодження елементів системи;
- низьке положення центру тяжіння, що сприяє покращенню керованості мотоцикла, особливо на невеликій швидкості;
- можливість подальшої модернізації та зміни комплектації електромотоцикла в залежності від умов експлуатації та вимог, які пред'являються до нього власником.

Висновки

Проведені дослідження тягово-швидкісних характеристик конверсійного електроцикла показали, що мотоцикл з електричною силовою установкою має цілком достатні характеристики для впевненого руху як у місті, так і поза його межами.

Проведений аналіз та обґрунтований вибір елементів системи тягового електроприводу дозволяє отримати достатньо високі динамічні та експлуатаційні характеристики у порівнянні з серійними аналогами.

Розроблений варіант схеми розміщення основних елементів системи тягового електроприводу забезпечує достатньо швидкий доступ до елементів системи при їх налаштуванні та обслуговуванні і можливість подальшої модернізації та зміни комплектації електромотоцикла в залежності від умов експлуатації та вимог, які пред'являються до нього.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иваницкий С.Ю. Мотоцикл. Конструкция, теория, расчет. / С.Ю. Иваницкий, Б.С. Карманов, В.В. Рогожин, А.Т. Волков – М.: Машиностроение, 1971. – 408 с.
2. Ефремов И.С. Теория и расчет тягового привода электромобилей. / И.С. Ефремов,

- А.П. Пролыгин, Ю.М. Андреев, А.Б. Миндлин // уч. пособие для высших учебных заведений. – М.: Высшая школа, 1984. – 383 с.
3. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, М. Хакім – Х.: ХНАДУ, 2014. – 160 с.
 4. Бажинов О.В. Автомобільні гібридні силові установки. / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, – Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. – 186 с.
 5. Волков А.Т. Проектирование мотоцикла / А.Т. Волков. – М.: Машиностроение, 1978. – 159 с.
 6. Электромотоциклы // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hybmotors.ru/category/electric-moto/>
 7. Электромотоциклы и электроскутеры Skaut // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electromoto.net/>
 8. ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕД, МОТОРКОЛЕСО – где купить? // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.electra.com.ua/>
 9. Электроциклы / БайкПост // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bikepost.ru/blog/electric/>
 10. Taizhou QS Motor Co., Ltd.(official) – магазин на AliExpress // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.aliexpress.com/store/1389549?spm=2114.12010608.0.0.ytku6Z>
 11. Мотоцикл AJS Regal Raptor Eos 350 2014 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.motomem.ru/ajs_regal_raptor_eos_350_2014
 12. Степанов И.С. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / И.С.Степанов, А.Н.Евграфов, А.Л.Карунин и др.; Под общ. ред. В.М.Шарипова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 250 с.

ПРОТОЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Шеремет А. В.

Автотранспортный колледж ГВУЗ «Криворожский национальный университет», Украина

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в связи с ростом цен на топливо и повышением требований к экологичности транспорта все большую популярность начали приобретать электромобили.

Аккумуляторная батарея является главным элементом современного электромобиля. Именно ее параметры определяют конкурентоспособность электромобилей. Существующие батареи, которые используются в современных электрических и гибридных автомобилях, имеют существенные недостатки.

Развитие проточных аккумуляторов, конструкция которых принципиально отличается от используемых на сегодняшний день источников энергии, может стать настоящим прорывом в этой области.

Целью работы является обзор современных конструкций проточных аккумуляторов и изучение перспектив их применения на автомобильном транспорте.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить обзор существующих конструкций проточных аккумуляторов; проанализировать преимущества и недостатки проточных аккумуляторов; определить перспективы применения проточных аккумуляторов на электромобилях.

Устройство проточных аккумуляторов

Технология проточных аккумуляторов корнями уходит в космическую отрасль: впервые источник энергии данного типа был запатентован в 1976 году NASA. Технология сочетает в себе конструктивные преимущества традиционных аккумуляторных батарей и топливных ячеек.

В проточных аккумуляторах реакции проходят в двух емкостях с электролитами (рис.1). Электролит одного резервуара циркулирует вокруг анода, а другого – вокруг катода. При этом электроды и жидкости разделены специальной полупроницаемой мембраной. Она не допускает перемешивания жидкостей, но не мешает электродам обмениваться ионами. Продукты реакции выводятся из топливной ячейки обратно в резервуары по замкнутому контуру. Отсюда и название такого типа аккумуляторов — проточные или потоковые.

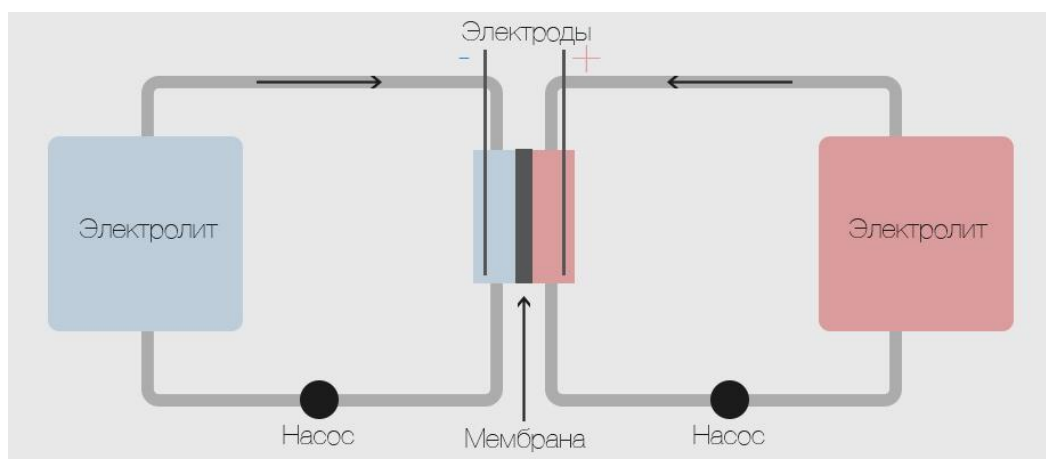


Рисунок 1 – Устройство проточного аккумулятора

Емкость проточного аккумулятора определяется объёмом резервуаров с электролитом, а мощность зависит от площади мембраны и электродов [1,2]. Таким образом, потоковые аккумуляторы способны хранить значительное количество электроэнергии.

Современные конструкции проточных аккумуляторов

На сегодняшний день самым распространенным типом проточных аккумуляторов считаются ванадиевые батареи (Redox – от английского reduction-oxidation, или VRB). В аккумуляторах данного типа заряд хранится в ионах ванадия, которые содержатся в растворе на водной или кислотной основе.

Ионы ванадия стабильны и могут проникать через мембрану без нежелательных побочных явлений. Однако стоимость ванадия достаточно высока, а удельная энергоёмкость таких аккумуляторов остаётся на достаточно низком уровне [3].

На данный момент ведутся активные поиски способов удешевления проточных аккумуляторов и улучшения их характеристик.

Так, Майкл Маршак из Университета Западного Резерва (США) совместно с коллегами решил заменить дорогостоящие компоненты проточных аккумуляторов более дешевыми и доступными материалами. Он растворил 2,6-дигидроксиантрахинон и ферроцианид, в растворах гидроксида калия, и прокачивал эти растворы через ячейку с бумажно-углеродными электродами [4].

Группа ученых во главе с Майклом Азизом из Гарвардского университета (США) заменила ванадий водные растворы хинона и жидкого брома. Хинон-гидрохиноновая реакция по сравнению с ванадиевой происходит приблизительно в 1000 раз быстрее. Стоимость хинона составляет всего \$27 на 1 кВт•ч емкости, поэтому можно ожидать, что при серийном производстве удастся уложиться в \$100 за 1 кВт•ч [3,5].

Один из вариантов решения проблемы был предложен учеными из технологического института Массачусетса (США), которые представляют фирму 24M Technologies. В своих экспериментах ученые использовали специальную суспензию — смесь жидкого электролита с твердыми наночастицами оксида лития-кобальта и углерода. Данную суспензию они назвали «полутвердая проточная ячейка» (semi-solid flow cell, SSFC). Углерод, помимо транспортировки электронов, стабилизирует в суспензии наночастицы соединений лития, не допуская выпадения их в осадок. Эксперименты показали работоспособность данного аккумулятора [3,6].

Доктор Цин Ван из Национального университета Сингапура и его коллеги разработали проточный аккумулятор, в резервуарах которого одновременно содержатся твердые и жидкие электролиты. Ученые поместили в катодное отделение гранулы фосфата лития-железа, а в анодное отделение добавили диоксид титана. Для транспортировки ионов из пор твердого электролита в разделенную мембраной реакционную ячейку, они использовали специальные жидкости переносящие заряд, которые известны как окислительно-восстановительные медиаторы. При этом мембрану ученые дополнили специальным полимером, Это позволяет ей пропускать ионы лития, но задерживать молекулы жидкости-медиатора. Благодаря применению твердых материалов, удельная ёмкость нового аккумулятора составила 500 Вт•ч на один литр электролита, что в десять раз больше, чем у ванадиевых проточных аккумуляторов [7].

Группа ученых из Департамента Энергетики США и Стэнфордского университета создали батарею, которая, в отличие от традиционных проточных аккумуляторов, использует камеру только с одним потоком. Это позволило отказаться в ее конструкции от мембраны, которая имеет высокую стоимость и требует повышенного внимания и периодического обслуживания. В данном аккумуляторе используется электролит из лития и серы. Он вступает в реакцию с литием барьерного покрытия, которое препятствует прохождению ионов и разрушению металла. Во время разряда, полисульфиды лития поглощают ионы лития, а при заряде ионы возвращаются в электролит [8].

Специалисты компании Nanoflowcell (Швейцария) разработали инновационную систему носителя заряда Bi -ION, которую внедрили в потоковый аккумулятор. Помимо электроактивных веществ электролит содержит наночастицы, которые способны формировать в непосредственной близости от катода и анода пространственные структуры. Таким образом, пространство, в котором происходит реакция, оказывается гораздо больше обычного. Результаты исследований показали, что эта жидкость способна обеспечить плотность энергии в размере 600 Вт·ч на литр. При этом у батареи Nanoflowcell практически полностью отсутствует склонность к саморазряду, а ресурс составляет около 10000 зарядных циклов.

Компанией были проведены испытания проточных аккумуляторов с электролитом Bi -ION на автомобилях Quant E-Sportlimousine, Quant F и Quantino.

Наиболее близким к серийному производству является хэтчбек Quantino. Его особенностью является низковольтная энергетическая установка, напряжение которой составляет всего 48 В. Четыре двигателя электромобиля развивают мощность по 136л.с., при этом каждый электромотор развивает до 200Н·м крутящего момента. Это позволяет автомобилю массой немного меньше полутора тонн двигаться с максимальной скоростью до 200 км/ч и разгоняться до 100км/ч за 5 с. Электромобиль оборудован проточным аккумулятором с двумя резервуарами по 95л.

В ходе испытаний, которые проходили на автодроме в Цюрихе, Quantino преодолел расстояние в 1000 км за 8 ч 21 мин, при средней скорости в 120 км/ч. После прохождения расстояния 1 036 км со средней скоростью в 74 км/ч в городском цикле, остаток емкости аккумулятора составил 78%.

По заявкам nanoFlowcell, при промышленном производстве проточных батарей nanoFlowcell, стоимость электролита для них будет составлять менее чем \$0,1 за литр, а значит заправка обоих баков в Quantino будет стоить около \$19 [9-11].

Таким образом, преимущества потоковых аккумуляторов заключаются в том, что вещества, которые хранят электроэнергию, изолированы от устройства, в котором она генерируется. Поэтому неважно, сколько проводящих веществ имеется в аккумуляторе - узел-генератор тока будет только один. Благодаря этому серьезно снижается вес и стоимость проточных аккумуляторов.

Кроме того перезаряд данного типа аккумуляторов может производиться не только подачей к нему тока, но и заменой самих электролитов, что позволяет выполнить перезарядку за несколько минут.

За счет конструкционных особенностей и используемых материалов, потоковые батареи в пересчете на киловатт-часы аккумулированной энергии намного дешевле литий-ионных аккумуляторов. Изолированные друг от друга активные вещества и один генераторный модуль практически полностью исключают возможности замыкания или перегрева. А так как именно по этим причинам происходит самовоспламенение литий-ионных аккумуляторов, потоковые батареи являются гораздо более безопасными.

ВЫВОДЫ

Анализ существующих конструкций проточных аккумуляторов показал, что работы над ними находятся в начальной стадии, однако уже существуют конструкции весьма близкие к массовому производству. Еще не исследованы вопросы их долговечности. Не разработаны технологии производства и перезарядки. Но если эти проблемы удастся решить, то как показывают испытания электромобилей, применение проточных аккумуляторов может привести к настоящей революции на автомобильном электротранспорте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проточные аккумуляторы: принцип работы, отличия, тесты, схема // Материалы сайта – 2017. – Режим доступа: <https://akkumulyatoravto.ru/vybor-akb/vidy/protochnye-akb.html>.
2. Как устроен проточный аккумулятор - подробно // Материалы сайта – 2016. – Режим

- доступа: <https://best-energy.com.ua/support/battery/be-210-b>.
3. Новые перспективы аккумуляторов // Материалы сайта – 2015. – Режим доступа: <https://technowars.defence.ru/article/2474/>
 4. Щелочной аккумулятор для возобновляемых источников энергии // Материалы сайта – 2015. – Режим доступа: <http://altenergiya.ru/accumulator/shhelochnoj-akkumulyator-dlya-vie.html>
 5. Хиноновый проточный аккумулятор: проблемы и перспективы // Материалы сайта – 2014. – Режим доступа: <http://mirnt.ru/energia/hinonovyj-protochnyj-akkumulyator-problemy-i-perspektivy>
 6. Испытан прототип сверхъёмкой полужидкой батареи // Материалы сайта – 2011. – Режим доступа: <http://www.membrana.ru/particle/16202>
 7. Вести.Ru: Создана проточная батарея высокой емкости // Материалы сайта – 2015. – Режим доступа: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2692810>.
 8. Создана потоковая батарея нового типа // Материалы сайта – 2013. – Режим доступа: <http://supreme2.ru/3284-potokovaya-batareya/>
 9. Автомобили на жидком электричестве // Материалы сайта – 2016. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/2849445/>.
 10. nanoFlowcell: автомобиль, который «убьет» нефть // Материалы сайта – 2016. – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/vehicles/164603-nanoflowcell-izobrele-ekologicheski-chistuyu-neft/>
 11. www.nanoflowcell.com/ Материалы сайта – 2017. – Режим доступа: <http://www.nanoflowcell.com/>

ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ ДЛЯ ГАЗОВОГО ДВИГУНА ВАНКЕЛЯ

Дзюбенко О. А.¹, Антошків О. В.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Бранденбургський технологічний університет, Котбус, Федеративна Республіка Німеччина

ВСТУП

На сьогодні одним з основних показників споживчої якості двигунів внутрішнього згоряння є їх економічність. З відомих методів підвищення паливної економічності бензинових двигунів, тільки перехід на збіднені суміші і використання альтернативних видів палива не вимагають конструктивної зміни агрегатів двигуна. Але за ускладненого запалювання для застосування цих методів необхідна інтенсифікація іскрового розряду і зміна моменту іскроутворення.

При протіканні процесу згоряння теплова енергія паливо-повітряної суміші перетворюється в механічну, витрачається на тепло й утворюються токсичні речовини. Тому саме ці процеси визначають взаємозалежність економічності й екологічності двигуна. Для досягнення бажаного управління основними параметрами, що впливають на процес згоряння, необхідно приділити особливу увагу розробці системи запалювання.

Постановка завдання

Метою роботи є розробка високоенергетичної багато параметричної системи запалювання для дослідження характеристик газового двигуна Ванкеля. В якості експериментального двигуна виступає двигун СТ300.03.

Двигун Ванкеля належить до групи двигунів внутрішнього згоряння. Цей двигун має більшу питому потужність, порівняно з традиційними ДВЗ, за рахунок меншої кількості деталей. Окрім того, в двигуні Ванкеля відсутній колінчатий вал, він обертається виключно завдяки повороту ротора, тому він більш збалансований і забезпечує кращу рівномірність обертання валу [1, 2].

Для будь-яких двигунів внутрішнього згоряння, щоб досягти максимальної потужності, слід проаналізувати формування суміші всередині двигуна. Характеристика розпилення інжектора та геометрія камери згоряння є двома основними параметрами, які беруть участь у механізмі формування суміші. Це дослідження зосереджено насамперед на ефекті від геометрії камери згоряння двигуна. Різні форми камери можуть забезпечувати відмінні характеристики потоку, а розуміння цих явищ може використовуватися для оптимізації процесу змішування між потоком повітря та палива всередині камери згоряння.

Запропоновано структурну схему одноциліндрового моторного стенду, який використовується в наукових дослідженнях нових видів палив Інституту Транспорту БТУ.

Цей стенд може вимірювати, потужність ДВЗ до 11 кВт. Весь стенд складається з двох головних елементів: СТ 300 як блок керування і навантаження та двигуна, що досліджується (СТ300.03, з водяним охолодженням). Головна функція СТ 300 полягає у створенні гальмівної потужності. Частота обертання встановлюється безступінчасто за допомогою перетворювача частоти.

Асинхронний двигун виконує дві функції: спочатку, використовується як стартер, а після запуску двигуна, використовується як гальмо для навантаження двигуна. Потужність гальмування надсилається електричній мережі. За рахунок повернення енергії гальмування у мережу досягається особливо ефективне енергетичне функціонування стенду.

Вимірювання крутного моменту проводиться за допомогою маятникового кріплення гальмівного агрегату і відповідних датчиків. Двигун монтується на фундаменті та з'єднується з електродвигуном.

Блок керування включає цифрову плату для визначення швидкості обертання, крутного моменту, витрати повітря та температури. Витрата палива, витрата охолоджувальної рідини вимірюються аналоговими приладами. Виміряні значення можуть бути безпосередньо передані до ПК через USB для подальшої обробки за допомогою програмного забезпечення.

Результати досліджень

Роботи з поліпшення систем запалювання, можна розділити на два напрямки. До першого належать підвищення стабільності іскроутворення існуючих іскрових систем запалювання, у всьому діапазоні робочих режимів двигуна [3,4]. До другого - створення нових систем, що забезпечують більш повне згоряння палива, заснованих на інших фізичних принципах, таких як плазмове запалювання, лазерне випромінювання [5] і т.п.

Найбільше повно поставленій задачі відповідає система запалювання з накопиченням енергії в ємності. Така система має більш високі частотні характеристики розряду й стабільність у всьому діапазоні роботи ДВЗ.

Таким чином, завданням формування іскрового розряду є здійснення передачі енергії в гранично короткі проміжки часу, за допомогою серії коротких іскор з регульованим часом між розрядами і їх кількістю.

Вирішення поставленого завдання найбільш повно відповідає система запалювання, заснована на накопиченні енергії в ємності. Суть формування іскрового розряду багатіскрової системи запалювання полягає в забезпеченні регульованого процесу розряду накопичувальної ємності через первинні обмотки індивідуальних котушок запалювання за рахунок їх короткочасного повторюваного включення за допомогою електронних ключів високої напруги. Електричну енергію високої напруги, для заряду накопичувальної ємності, отримують за допомогою імпульсного перетворення напруги бортової мережі з подальшим випрямленням і стабілізацією напруги. При протіканні в первинній обмотці імпульсів струму у вторинній обмотці генеруються високовольтні імпульси, що призводять до іскроутворення між електродами свічки запалювання.

Запропонована високоенергетична система автоматичного управління запалюванням (САУЗ) Вона складається із двох частин, блоку управління системою запалювання й силового модуля. САУЗ призначена для формування серій іскрових розрядів, розподілених по індивідуальних каналах, заданої частоти й тривалості, і з необхідним кутом випередження запалення (КВЗ).

Основними завданнями блоку управління САУЗ є: опитування датчиків для отримання інформації про поточний стан двигуна, синхронізація силового модуля по положенню колінчатого валу, формування керуючих сигналів, опитування й настройка периферійних пристроїв, організація інтерфейсу для зв'язку із ПК, забезпечення оперативного управління параметрами САУЗ.

Висновки

Запропоноване технічне рішення дозволяє забезпечити необхідну кількість іскрових розрядів за проміжок часу, необхідний для підпалу паливоповітряної суміші. Використання контролера управління енергією розряду дозволяє динамічно змінювати часові параметри сигналів управління t_i і t_p у процесі роботи.

При розробці САУЗ задіяні прогресивні рішення, такі як використання індивідуальних котушок запалювання, що дозволило зробити статичне розподілення запалювання по циліндрам на рівні низької напруги та виключити зі схеми дросель високої напруги. Система дозволяє змінювати енергію розряду за рахунок управління частотою іскроутворення в широких межах (4...36 кГц). Управління КВЗ може відбуватись як в автоматичному, так і в ручному режимах.

Оптимальним вважається такий КВЗ, при якому не виникає детонаційне згоряння ППС й забезпечуються найкраща економічність двигуна та найменший вміст шкідливих

речовин у відпрацьованих газах. Вплив різних факторів на закон зміни КВЗ, а також його оптимальні значення на різних режимах роботи двигуна визначаються експериментально шляхом зняття регульовальних характеристик.

Зв'язок САУЗ з комп'ютером дозволяє отримувати інформацію про поточний стан системи та проводити оперативне управління її параметрами під час роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Роторно-поршневой двигатель: принцип работы и применение // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ukrautoportal.com/bok/how/engine/gasoline/types/3373-rotorno-porshnevoy-dvigatel-princip-raboty-i-primeneniye.html>
2. Как работает двигатель Ванкеля // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avtodvigateli.com/vidy/drugie/dvigatel-vankelya.html>
3. Дубинин А.И., Заяц В.Д., Худяков В.П. Высокоэффективная система зажигания для двигателей внутреннего сгорания. Научная сессия МИФИ-2006. Том1.
4. Хортов В.П. Высокочастотная система зажигания. // Автомобильная промышленность, № 6, 2003. – С.22.
5. Ерохов В.И., Карунин А.Л., Карунин М.А., Ревонченков А.М. Лазерная система зажигания автомобильного ДВС. // Автомобильная промышленность, № 8, 2007. – С.10.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА РАХУНОК ГІБРИДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Бажинов О.В.¹, Мауш Хаким²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²National Polytechnic School of Algiers, Алжирська Народна
Демократична Республіка

ВСТУП

На збереження зовнішнього середовища направлені такі проекти, які зменшують шкідливі викиди від автомобілів, знижують витрату нафтових та газових палив, стимулюють розвиток гібридних автомобілів та електромобілів, використовують альтернативні екологічно чисті види палива, мають національне значення.

Але єдиної концепції по переобладнанню базового автомобіля в гібридний з метою підвищення його енергоефективності в умовах експлуатації поки що немає. Кожен виробник сучасних автомобілів має свою думку на процес виробництва гібридних силових установок для автомобілів.

Таким чином актуальність дослідження пов'язана з економічними та соціальними проблемами сучасності, що обумовлено впровадженням екологічно чистих транспортних засобів і дозволяє підвищити паливну економічність автомобілів й зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Основними перевагами транспортних машин, які обладнані інтелектуальними системами керування та екологічно чистими силовими установками, є зниження витрати вуглеводневого пального та викидів шкідливих речовин в атмосферу. Впровадження енергозберігаючих технологій на автомобільному транспорті забезпечує вирішення економічних та екологічних проблем сучасності.

Результати випробувань присвячено експериментальним випробуванням гібридного автомобіля, який був реалізований на основі вантажно-пасажи́рського автомобіля Сенс-Пікап. В дорожніх умовах за допомогою інформаційно-вимірювального комплексу: швидкість, прискорення, пройдений шлях, витрата палива ДВЗ, витрата електричної енергії, що витрачається з тягової акумуляторної батареї для руху автомобіля на електричному приводі, повернення електричної енергії в тягову акумуляторну батарею за рахунок використання системи рекуперативного гальмування, накопичення електричної енергії в тяговій акумуляторній батареї за рахунок роботи ДВЗ, керуючі дії ДВЗ та ВЕД, частота обертання КВ ДВЗ та ін. параметри.

Тяговий електричний двигун (вентильний електричний двигун оригінальної конструкції) – перебудована синхронна електрична машина з електромагнітним збудженням Г290, яка після доопрацювання має максимальну потужність – 15 кВт, номінальну 7 кВт, коефіцієнт корисної дії до 85 %. Даний електричний двигун, незважаючи на декілька гірше значення ККД, в порівнянні з вентильними електричними двигунами з порушенням від постійних магнітів, у якого ККД досягає 98 %, має ряд конструктивних і техніко-експлуатаційних переваг:

- можливість управління магнітним потоком ротора на високих оборотах. Це дозволяє забезпечити розширений діапазон робочих швидкостей електроприводу з високим коефіцієнтом корисної дії без істотного збільшення напруги тягової акумуляторної батареї;
- відсутність додаткового моменту опору на холостому ходу, який характерний для традиційних вентильних електричних двигунів (ВЕД) з порушенням від розташованих на роторі постійних магнітів;
- використання електромагнітного збудження забезпечує можливість ефективного управління ВЕД в режимі генератора для застосування рекуперативного гальмування шляхом регулювання струму збудження.

Оскільки вентильний електричний двигун-генератор постійно пов'язаний з колесами автомобіля через постійне передатне число, імпульси датчиків положення ротора електричного двигуна можуть бути використані для отримання інформації про шлях, швидкість і прискоренні автомобіля. Калібрування вироблялося з використанням системи GPS. Інтегральні витрати палива ДВЗ контролювалися за допомогою хімічного мірного посуду. Поточна витрата палива під час руху контролювалась за усередненим інтегральним значенням тривалості імпульсів які подаються на паливні форсунки двигуна з електронним управлінням розподіленням уприскуванням.

Для оцінки ефективності експериментального гібридного автомобіля були проведені його їздові випробування в міських умовах руху. Випробування в режимі «гібридного автомобіля» проводилися в міських умовах, в тому числі і в умовах, ускладнених заторами. При цьому рух автомобіля до швидкості 35...40 км/год здійснювався на електроприводі. При збільшенні швидкості автомобіля, водій віджимає педаль зчеплення, вмикає 4 передачу та відпускає педаль зчеплення, ДВЗ без ривків автоматично запускається. Подальший розгін автомобіля відбувається на ДВЗ, при цьому тяговий електродвигун переходить у режим генератора та заряджає через зарядний пристрій блок акумуляторних батарей. Таким чином досягається найбільш економічний та екологічний режим роботи ДВЗ. При швидкостях, більш ніж 40 км/год, необхідний тягово-швидкісний режим забезпечується за допомогою ДВЗ. Зіставляючи швидкість автомобіля і частоту обертання КВ ДВЗ, можна відзначити, що рух на аналізованій ділянці шляху здійснюється на четвертій передачі. При цьому перемикання з тягового електроприводу на ДВЗ і назад відбувається плавно, без ривків. Для дослідження параметрів, що характеризують функціонування ГСУ та її системи управління, які складно піддаються прямому або непрямому вимірюванню, було здійснено моделювання руху гібридного автомобіля з використанням розробленого раніше математичного забезпечення.

У процесі випробувань гібридного автомобіля в міському циклі руху витрата бензину склала близько 3,8 л/100 км, що приблизно в три рази менше, ніж у базовій моделі Сенс-Пікап з бензиновим двигуном МеМз 307. При цьому повного заряду тягових акумуляторних батарей достатньо для пробігу по місту в гібридному режимі близько 82 км.

Витрата електроенергії для такого режиму приблизно дорівнює 0,05 кВт·год./км. Пробіг в режимі електромобіля складає близько 34 км. Час повної зарядки ТАБ – 4...6 год.

ВИСНОВКИ

Проведене математичне моделювання економічних та екологічних характеристик переобладнаного гібридного автомобіля в умовах Європейського міського циклу руху, яке показало що на 28 % зніжується витрата палива. Експериментальні дослідження гібридного автомобіля в реальних умовах експлуатації показали, що витрата бензину гібридного автомобіля в порівнянні з витратою базового автомобіля в міських умовах експлуатації знизився в 2...3 рази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конверсія легкового автомобіля в гібридний / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, М. Хакім – Харків: ХНАДУ, 2014. – 160 с.
2. Бажинов А.В. Электропривод для конверсионного гибридного автомобиля // А.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, М. Хаким / Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2012. – Вып 30. – С. 7-12
3. Борисенко А.О., Бажинова Т.А. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів // Монографія Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. – 104 с.
4. Smirnov O.P. / Substantiation of Rational Technical & Economic Parameters of Hybrid Car / Bazhinova T.O., Veselaya M.A. // Automation, Software Development & Engineering, Vol.1 – ISSN 2415-6531, <http://asdej.xyz/substantiation-of-rational-technical-economic-parameters-of-hybrid-car/> 2017.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ

Кравцов М. Н.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

ВВЕДЕНИЕ

Почему горят гибридные автомобили? Сколько времени происходит их горение! Какие меры необходимо принять водителю после загорания автомобиля... Много вопросов возникает у водителей этих и других автомобилей.

Попытаемся разобраться и помочь водителям автотранспортных средств избежать неприятных ситуаций, которые подстерегают их всегда, везде и даже не зависимо от повседневного тщательного осмотра, ремонта и постоянных технических операций.

Возможно изготовить гибридные автомобили, насытив их современным оборудованием, назначить за них баснословные цены, выполнить красивый дизайн и эргономично расположить приборы управления, кресла, подушки безопасности в салоне, установив кондиционер, аудио и иную аппаратуру, создать комфорт и уют, но проблема пожарной безопасности производителями этих авто пока к сожалению, не решена.

Результаты исследований

Исследования мировых производителей гибридных автомобилей показывают, что они продолжают думать и создавать иллюзию по минимизации пожарной опасности этих авто. Однако, к сожалению это не так. На рис.1 представлена схема гибридного автомобиля на примере Toyota Prius.

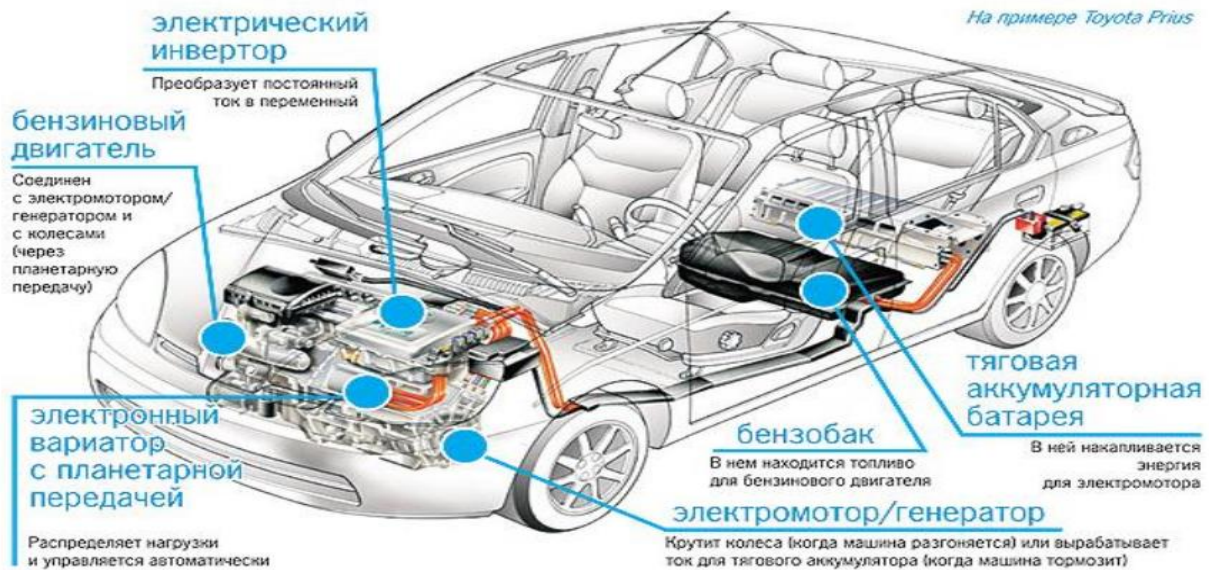


Рис. 1 – Схема гибридного автомобиля на примере Toyota Prius

Внимательно рассматривая этот автомобиль, можно с уверенностью утверждать, что пожар в нем не произойдет? Напомним, что “Правила пожарной безопасности” и “Правила дорожного движения” обязывают водителей укомплектовывать автомобили огнетушителями.

В гибридном автомобиле имеется бензиновый двигатель, бензобак, топливные трубопроводы, карбюратор и т.д. Утечка топлива, как свидетельствуют многочисленные страховые компании является одной из причин пожара авто. Попадая на горячий блок цилиндров или коллектор, капли бензина могут мгновенно вспыхнуть и водитель сразу не заметит этого, так как отсутствуют на приборной доске устройства, сигнализирующее о загорании. Пожар автомобиля, не приятный случай, материальный, моральный, а иногда и физический ущерб на длительное время испортят настроение его владельцу.



Огромную пожарную опасность представляет и тяговая аккумуляторная батарея. Как правило эта аккумуляторная батарея снабжена литий-ионным аккумулятором, который взрывоопасен, чувствителен к переразряду и перезаряду. Полная разрядка опасна и выводит аккумулятор из строя, а попытка зарядить такой аккумулятор может привести к взрыву. Также эти аккумуляторы чувствительны к ударам и перегревам, выходят из строя или взрываются - при неправильной зарядке или зарядке в не предназначенных для них устройствах.

Перезаряд — фактически перенасыщение током. Опасен перезаряд не только из-за вероятности последующего снижения емкости, но еще и из-за опасности потерять аккумулятор, а может быть, еще и здоровье. Считается, что при полном заряде возникающий обратный ток компенсирует ток заряда, поэтому ничего страшного не происходит. Однако использование дешевых отечественных или китайских зарядных устройств на практике показывает обратное: аккумуляторы очень быстро изнашиваются в хлам при перезаряде. Мало того, они могут так сильно нагреться, что это повлечет за собой взрыв, и это не страшилки, а химическая реакция, сопровождаемая выделением водорода.

Наиболее важные характеристики каждого из типов аккумуляторов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Литий-ионные полимерные аккумуляторы

Материал катода	Преимущества	Недостатки
Литий-кобальтовый	Высокая емкость	Небольшие зарядно-разрядные токи
Литий-марганцовый	Низкая токсичность. Большие зарядно-разрядные токи	Низкая емкость. Небольшое количество циклов
Литий-фосфат	Очень низкая токсичность. Большие зарядно-разрядные токи	Низкое напряжение при разряде и заряде. Низкая емкость.

Параметры литий-ионных полимерных аккумуляторов аналогичны стандартным литий-ионным аккумуляторам. Можно заряжать и разряжать их аналогичным способом. Главным различием между ними является то, что вместо жидкого электролита в стандартном литий-ионном аккумуляторе используется полимерный твердый электролит, хотя в большинстве полимерных аккумуляторах для уменьшения внутреннего сопротивления используется паста.

Особую пожарную опасность представляет литий-ионная аккумуляторная батарея. У гибридных транспортных средств и электрокаров причина возгорания может быть не столь тривиальной. Их аккумуляторы стараются разместить близко к днищу, чтобы улучшить манёвренность автомобиля. При наезде на крупный предмет либо попадании под колёса мусора с острыми гранями батарея нередко повреждается, что приводит к мгновенному возгоранию автомобиля.

Огонь уничтожает автомобиль за несколько минут. Реакция водителя при пожаре должна быть молниеносной. Случаи пожаров этих авто подтверждают, что тушение огня водителями происходит не мгновенно из-за различных причин: испуг, отсутствие минимальной сноровки применять первичные средства пожаротушения, длительность в принятии решений и т. п.

Каждый четвертый пожар автомобиля – короткое замыкание электропроводки. Повреждение изоляции ведёт к возникновению пробоев электрического заряда, которые сопровождаются нагревом провода. Если же проблему не устранить быстро, в месте надрыва образуется отверстие, что и становится причиной замыкания. Таким случаям возгорания обычно предшествуют сбои в электронике автомобиля либо самопроизвольный разряд аккумулятора.

Разрывы в уплотнителях приводят к вытеканию наружу горючих технических жидкостей — остаётся только дожидаться нагрева двигателя либо появления искры. В бензиновых моторах утечка чаще всего находится в прокладке головки блока либо в уплотнителе впускного коллектора. Причиной возгорания может служить и лопнувший корпус топливного фильтра либо трещины в соединительных трубках. Если автомобиль оснащён газовым оборудованием, опасность возникновения пожара существенно возрастает. Причиной возгорания обычно становится повреждение трубки, ведущей от бака к редуктору либо форсункам. Также опасность угрожает автомобилю при разрыве силиконовых трубок, мембраны испарителя или при чрезмерном износе фильтра.

Разлитие моторного масла, являющегося легковоспламеняющейся жидкостью — также причина пожара. При повышении температуры смазочный материал теряет свою вязкость и начинает просачиваться сквозь уплотнители и разнообразные соединения. Попадая на горячую поверхность блока цилиндров, масло становится причиной возгорания. Потушить его достаточно сложно, поскольку такая техническая жидкость быстро растекается под капотом, но практически не испаряется под действием нагрева.

Перегрев двигателя нередко становится причиной возгорания пролитого масла либо бензина — температура выпускного коллектора достигает 600 градусов. Чтобы избежать случаев перегрева, нужно внимательно следить за оборотами двигателя, а также следить за техническим состоянием: свечей зажигания; электронного блока управления; впускного и выпускного коллектора; форсунок; распределителя зажигания, катушек и т. д.

Выводы

Главное — постоянно поддерживать гибридный автомобиль в технически исправном состоянии. Производителям гибридных автомобилей и электромобилей давно уже пора оснастить эти транспортные средства автоматической системой обнаружения и тушения огня с целью избежать людских потерь и материальных убытков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бажинов А.В., Смирнов О.П. Концепция создания экологически чистого автомобиля. // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. — Луганськ: СХУ ім. В. Даля. Луганськ, 2006. — №7, С. 15-19.
2. Хрусталев Д.А. Аккумуляторы. — М.: Изумруд, 2003. — 224 с.

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Бажинова Т. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Відсутність якісних легкових автомобілів, вироблених в Україні, є однією з основних причин низької конкурентоспроможності автотранспортних засобів. Якість легкових автомобілів визначається рядом показників, що характеризують вагові та габаритні параметри, паливну економічність, маневреність, надійність, безпеку, вартість та інше. Таким чином, проблема оцінки і вибору користувачем легкового автомобіля вирішена в повному обсязі, що визначає актуальність даного дослідження.

Результати досліджень. Інтегральна оцінка якості та конкурентоспроможності проводилася на основі підходів і математичних моделей. Найкращій альтернативі легковому автомобілю повинно відповідати мінімальне значення інтегрального критерія якості. Остаточні результати моделювання та розрахунків, дозволили оцінити показники якості розглянутих базових, гібридних та електромобілів по виділенім критерієм, а також отримати загальну інтегральну оцінку якості автомобілів, яка представлена в табл. 1

Таблиця 1 – Результати інтегральної оцінки якості

№	Найменування критеріїв	Позначення	Модель автомобіля		
			Aveo	Liaf	Prius
1	Надійність	K_H	0,45	0,25	0,4
2	Безпека	K_6	0,75	0,46	0,49
3	Екологічність	K_E	0,75	-	0,5
4	Комфорт	K_K	0,7	0,54	0,54
5	Технічні рішення	K_T	0,31	0,033	0,15
6	Підсумковий критерій	K_I	2,96	1,28	2,08

З табл. 1. чітко видно, по яким сукупностям показників електромобілі і гібридні перевершують базові автомобілі.

Аналіз отриманих значень інтегральної оцінки показників якості і цілі легкових автомобілів дозволив встановити їх взаємозалежність і, тим самим, сформувати лінію «червоною ціни» визначальну раціональну ціну автомобілів як функцію від рівня його якості.

Виконання дослідження та отримані результати дозволили для порівнюваних автомобілів, що експлуатуються в Україні, оцінити їх конкурентоспроможність ($K_{кон}$), яка визначається відношенням «червоною ціни» до фактичної ціни автомобіля і її запас (ΔC_K).

Виконання дослідження дозволили розробити процедуру прийняття рішення про вибір конкурентоспроможного легкового автомобіля, яка включає в себе ряд етапів (рис. 1). На початковому етапі проводиться аналіз моделей і рекомендацій по маркам обраних автомобілів, що включає:

- дослідження перспектив даної моделі;
- вибір форми і кольору кузова автомобіля;
- загальний дизайн автомобіля.

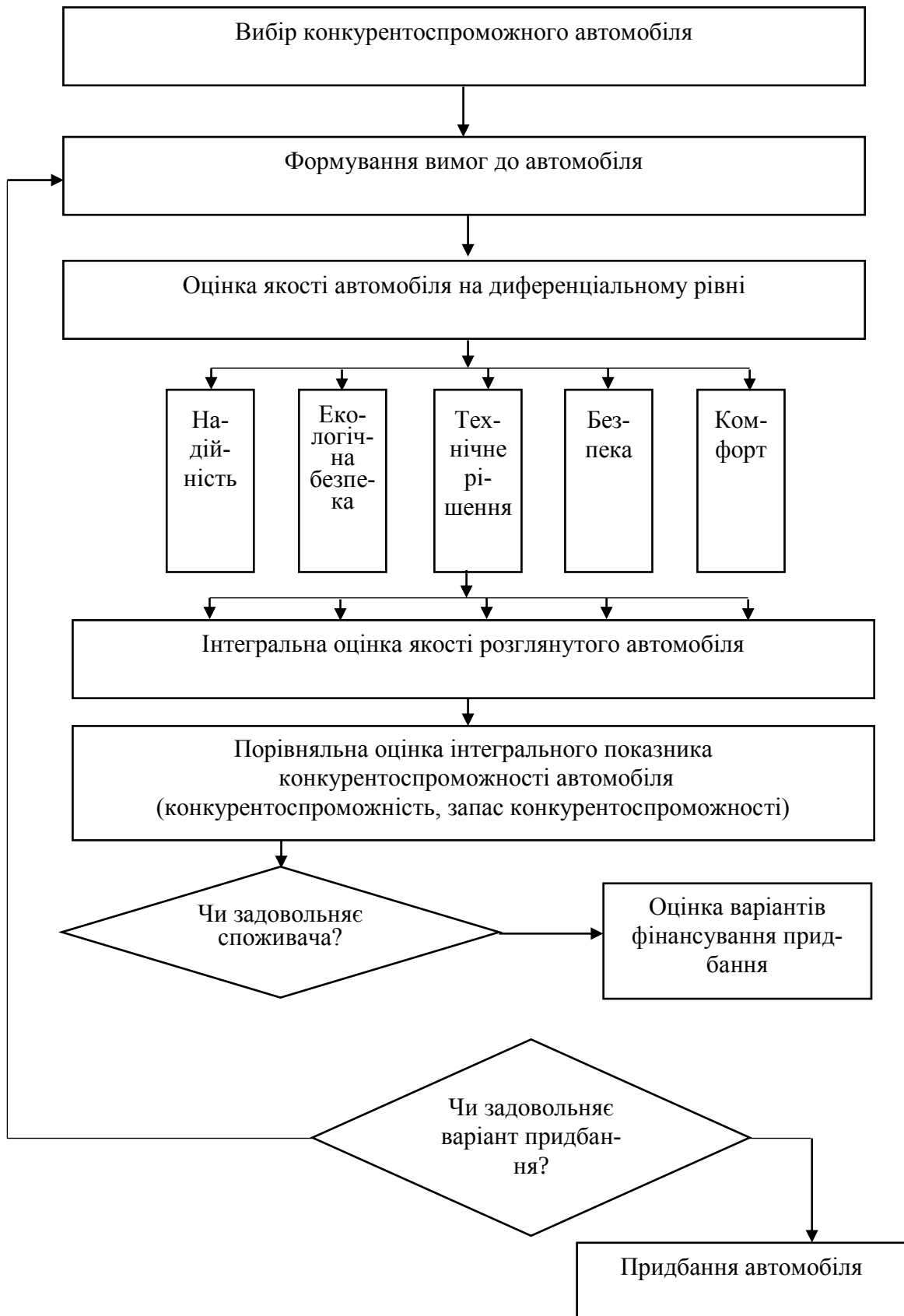


Рисунок 1 – Процедура вибору конкурентоспроможного автомобіля

За результатами даних досліджень приймається або відхиляється рішення придбання автомобіля. На другому етапі формується вимога до автомобілів і здійснюється розробка системи показників з угрупованням їх в базові рівні для подальшої оцінки якості автомобілів.

На наступному етапі, по базовим рівням в цілому для всієї їх сукупності наводиться диференціальна і узагальнена інтегральна оцінка якості автомобілів, а також характеристика їх порівняльної конкурентоспроможності

За результатами даного етапу попередньо вибирається той автомобіль, для якого співвідношення ціна / якість є найкращим. У разі необхідності (не з задоволенням споживача даними співвідношенням) здійснюється коригування вимог до автомобіля.

Останнім етапом є проведення варіантів фінансування проекту придбання автомобілів, рентабельності, окупності, бюджетного ефекту і здійснюється остаточний вибір автомобіля.

Практична реалізація результатів, отриманих в процесі проведення справжніх досліджень забезпечує наступні основні можливості та умови для:

- 1) Автовиробників та їх дилерів:
 - оперативне отримання інформації про особливості експлуатації автомобілів і розробки заходів щодо вдосконалення конструкцій автомобілів;
 - підняття іміджу марки автомобілів;
 - збільшення обсягу продажів.
- 2) Споживачів автотранспортних засобів:
 - можливість проведення порівняльної узагальненої оцінки;
 - придбання більш якісного автомобіля;
 - формування і пред'явлення вимог до виробників автомобілів по вдосконаленню конструкції і комплектуючих виробів.

ВИСНОВКИ

Розроблена та обґрунтована комплексна система структури показників якості легкових автомобілів від енергетичних параметрів та технічних рішень в їх конструкції. Вона дозволяє оцінювати і прогнозувати зміну якості автомобілів в залежності від умов експлуатації. Критерії оцінки якості комфорту, надійності і екологічної безпеки залежать від середньої швидкості руху автомобіля, а технічних рішень і безпеки від конструкції автомобіля. Розроблено метод визначення якості транспортних засобів від умов експлуатації на підставі інтегрального критерію. Встановлено, що при збільшенні середньої швидкості якість базових автомобілів підвищується, а гібридних та електромобілів має мінімум при середній швидкості 50-70 км/год

ЛІТЕРАТУРА

1. Борисенко А. О., Бажинова Т. О. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів // Монографія Х. : ФОП Бровін О.В., 2016. – 104 с.
2. Бажинова Т. О. The energy estimation of transportation vehicles / Ю. А. Нечитайло, Веселая М.А. // Науковий вісник «Національного гірничого університету» №6(156), 2016 р., С. 84-88
3. Бажинова Т.О. Теоретичне обґрунтування оцінки якості легкових автомобілів/ Т.О. Бажинова // Автомобільний транспорт. – 2016. – № 39 – С. 95-100

Секція 2

ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, РОЗВИТОК МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕКОМОБІЛІВ. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Волков В. П.¹, Грицук І. В.², Грицук Ю. В.³, Волков Ю. В.¹,
Симоненко Р. В.⁴, Матейчик П. В.², Курносенко Д. В.⁴

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Херсонська державна морська академія, Україна

³Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Україна

⁴Національний транспортний університет, Україна

ВСТУП

В Херсонській державній морській академії на кафедрі експлуатації суднових енергетичних установок спільно з фахівцями Національного транспортного університету, Харківського національного автомобільно-дорожнього університету і Донбаської національної академії будівництва і архітектури проводяться дослідження в частині формування системи моніторингу транспортного засобу в умовах експлуатації [1-13].

Результати досліджень

В основу формування моделі моніторингу параметрів технічного стану (рис. 1)

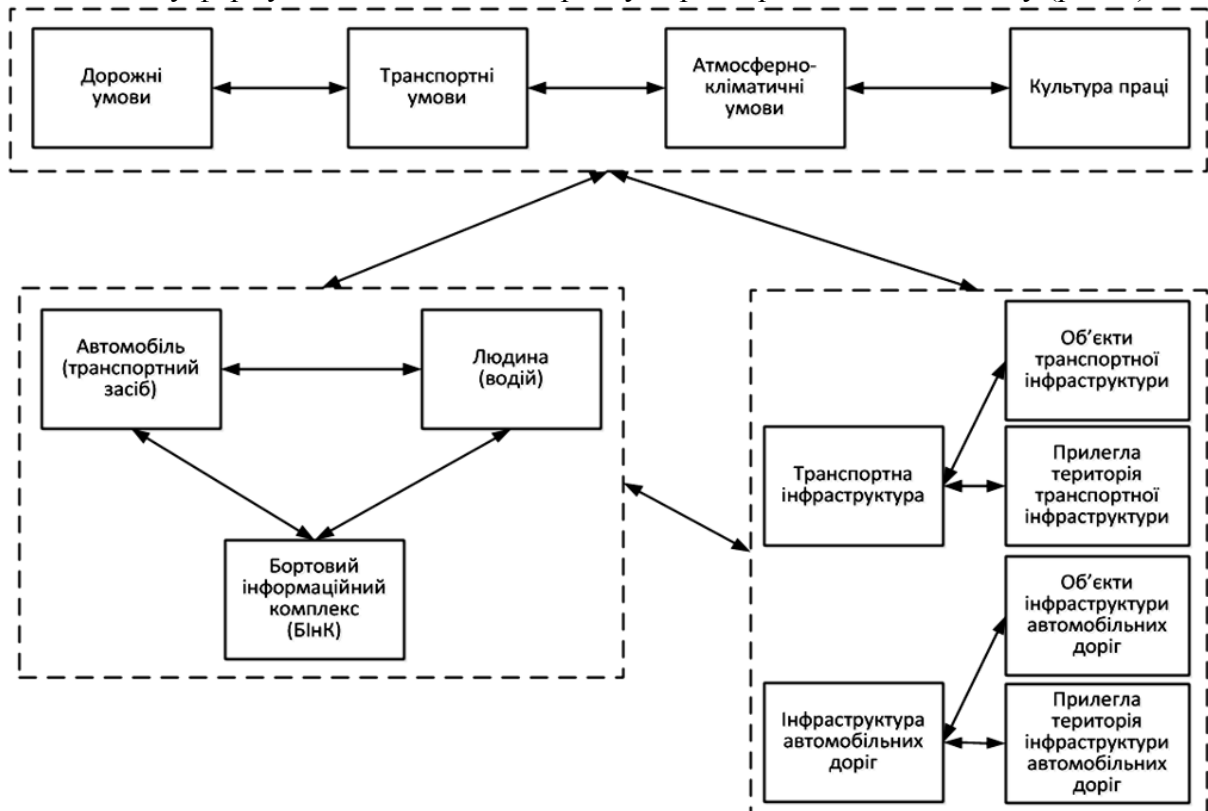


Рисунок 1 – Загальна схема системної взаємодії системи «Автомобіль – Водій (Людина) – Умови експлуатації – Інфраструктура експлуатації автомобіля (Транспортна і Автомобільних доріг)» в умовах ITS

Покладений загальний підхід до дослідження системи «Автомобіль – Водій (Людина) – Умови експлуатації – Інфраструктура експлуатації автомобіля (Транспортна і Автомобільних доріг)» (АВУІТА), який включає в себе системну взаємодію складових компонентів моніторингу: автомобіля (транспортного засобу) з водієм і бортовим інформаційним ком-

плексом (БІНК); умов експлуатації транспортного засобу (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культура праці); транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг.

Процес моніторингу технічного стану транспортного засобу (ТЗ) в умовах експлуатації є процесом формування єдиної інформаційної функції, що описує взаємодію ТЗ (автомобіля), у вигляді параметрів технічного стану ТЗ, отриманих за допомогою БІНК; людини (водія), що пов'язана з процесом трансформації інформації про параметри технічного стану і процесами, що залежать від фізіологічних можливостей людини, технічних даних ТЗ і ступеня їх протидії негативним впливам зовнішнього середовища; умов експлуатації ТЗ та взаємодії моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг. Формально, це відображення має вигляд:

$$\begin{array}{ccc}
 \Omega_{TC} = F(\Omega_{TC} + \Omega_{BTZ}) & \xrightarrow{F_{TC \rightarrow TCUE + BTZ}} & \\
 \Omega_{UE} & \xrightarrow{F_{UE \rightarrow TCUE}} & \Omega_{TCUE} \\
 \Omega_{TI, IAD} = F(\Omega_{TI} + \Omega_{IAD}) & \xrightarrow{F_{TI, IAD \rightarrow TI + IAD}} &
 \end{array} \quad (1)$$

де Ω_{TC} - множина моделей параметрів технічного стану ТЗ, як $\Omega_{TC} = F(\Omega_{TC} + \Omega_{BTZ})$ системна взаємодія параметрів технічного стану ТЗ і людини (водія), що, в свою чергу, пов'язана з процесом трансформації інформації про параметри технічного стану ТЗ і процесами, що залежать від фізіологічних можливостей людини, технічних даних ТЗ і ступеня їх протидії негативним впливам зовнішнього середовища; Ω_{BTZ} - множина моделей стану людини (водія) ТЗ; Ω_{UE} - множина моделей параметрів умов експлуатації ТЗ; $\Omega_{TI, IAD} = F(\Omega_{TI} + \Omega_{IAD})$ - множина моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг; Ω_{TCUE} - множина моделей параметрів технічного стану ТЗ у відповідних умовах експлуатації; $F_{TC \rightarrow TCUE + BTZ}$ - функціональне відображення моделей параметрів технічного стану ТЗ і водія ТЗ; $F_{TC \rightarrow TCUE}$ - функціональне відображення моделей параметрів технічного стану ТЗ; $F_{TI, IAD \rightarrow TI + IAD}$ - функціональне відображення моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг.

В подальших дослідженнях можливо вважати доцільним поєднання в множину моделей Ω_{TC} параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації саме Ω_{TC} у взаємодії з Ω_{BTZ} . При цьому, у відповідності до положень дослідження, виходимо з того, що функціонування єдиної системи ТЗ і людини (водія) $F(\Omega_{TC} + \Omega_{BTZ})$ змінюється в умовах експлуатації у вигляді техніко-економічних показників ТЗ. Також розуміємо, що система адаптується до різних умов експлуатації, змінюючи свої експлуатаційні властивості. Також, вважаємо доцільним, поєднати всі впливи оточуючого середовища на транспортний засіб у вигляді зміни моделей умов експлуатації, моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг у вигляді множини моделей Ω_{UE} параметрів умов експлуатації ТЗ.

Висновки

На основі викладеного, у загальному уніфікованому вигляді процес моніторингу технічного стану ТЗ в умовах експлуатації є процесом трансформації інформації стану і процесів функціонування ТЗ та умов його експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта)/ Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

2. Алексеев В.В. ГИС мониторинга транспортных сетей / В.В. Алексеев, Н.И. Куракина, Н.В. Орлова, А.А. Минина [Электронный ресурс] // Data+. Геоинформационные системы для бизнеса и общества. – 2014. – №2 (69). – Режим доступа: https://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=17802&SECTION_ID=1058.
3. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 2084. – 312 с.
4. Гайдамакин Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных / Н.А. Гайдамакин. – М.: Гелиос АРВ, 2002. – 368 с.
5. Мауэргауз Ю.Е. Информационные системы промышленного менеджмента / Ю.Е. Мауэргауз – М.: Филинь, 1999. – 272 с.
6. Кулешов А.П. Информационная модель как основа проектирования корпоративных автоматизированных информационных систем / А.П. Кулешов // Информационные технологии. – 2006. – № 3. – С. 26-30.
7. Атрощенко В.А. Выбор методов синтеза и алгоритмов решения задачи оптимальных структур распределенных баз данных на предприятиях хлебопекарной промышленности / В.А. Атрощенко, Д.В. Тишковский // Известия вузов. Пищевые технологии. – Краснодар: КубГТУ. 2009. – №4. – С. 107-110.
8. Тишковский Д.В. Особенности методики создания информационной системы предприятий хлебопекарной промышленности [Электронный ресурс] / Д.В. Тишковский // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – Режим доступа: URL: www.science-education.ru/104-6824 (Дата обращения: 10.10.2012).
9. Атрощенко В.А. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем. Монография. / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин, Р.А. Дьяченко, М.Н. Педько. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2010. – 192 с.
10. Махаммад М.Д. Разработка информационной системы для дизельных электростанций с возможностями прогноза их технического состояния: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.01 / Махаммад Мааз Джасем Махаммад; ГОУ ВПО "Кубанский государственный технологический университет". – Краснодар, 2009. – 23 с.
11. Ковалев С.М. Современные методологии описания бизнес-процессов – просто о сложном / Методология DFD в нотациях Гейна-Сарсона и Йордана–Де Марко [Электронный ресурс] / С.М. Ковалев, В.М. Ковалев. – Режим доступа: <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=29> – (Дата обращения: 04.12.2016).
12. Волков В.П. Формування предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці. Збірник наукових праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції. – Харків, ХНАДУ, 2017. – С. 33-35.
13. Волков В.П. Особливості формування інформаційної системи класифікації умов експлуатації транспортних засобів / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія "Транспортні системи і технології". –К.: ДЕТУТ, 2017. – Вип. 30. – С. 84-94.

СХЕМИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛЯХ. СОНЯЧНА ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

**Гнатов А. В.¹, Ghazwan Al-Haji², Kenneth Asp², Aleksander Śladkowski³,
Grzegorz Kubica³, Mirosław Witaszek³**

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Університет Лінчепінг, Швеція, ³Сілезький технологічний університет, Польща

ВСТУП

Сонячна електростанція (СЕ) – спеціальна інженерна конструкція, яка служить для перетворення сонячної радіації в електричну енергію. Способи перетворення сонячної радіації різняться залежить від конструкції електростанції [1].

Отримання електроенергії від сонця давно застосовують у всьому світі. Головне завдання науковців на цей час – це вдосконалити наявні технології, щоб якнайбільше збільшити їх ККД [2].

Найпоширеніший тип СЕ заснований на плоских фотоелектричних модулях (сонячні панелі) монокристалічного або полікристалічного типу, які забезпечують перетворення сонячної радіації в постійний струм. Залежно від застосовуваної схеми, постійний струм може інвертуватися в змінний або стабілізуватися для заряду акумуляторних батарей (АКБ) [3].

Можна сміливо стверджувати, що дорогу для розвитку сонячної фотоелектричної енергетики відкрив А. Ейнштейн, який заклав основи загальної теорії фотоефекту. Саме за цю теорію у 1921 р. він отримав Нобелівську премію з фізики [4].

В кінці ХХ ст. лідером у виробництві сонячних панелей (сонячних батарей) для СЕ став Китай.

Починаючи з 2000 р. потужність сонячних електростанцій в світі кожні три роки збільшується в два рази. Розвиток сонячної енергетики йде шляхом збільшення ККД сонячних елементів, паралельно вирішуючи такі завдання, як зниження їх вартості, збільшення терміну служби і стабільності роботи при різних зовнішніх умовах експлуатації [4, 5].

Історично першими фотоелектричними сонячними елементами з ефективністю близько 6% стали елементи на основі кристалічного кремнію [5]. Ці елементи – елементи першого покоління – на даний час складають 90 % всього ринку виробництва сонячних панелей (СП) і мають в середньому ККД 20%, але вони мають і ряд недоліків: високу вартість виробництва, токсичність процесу виготовлення, велику кількість токсичних відходів тощо [2, 4-7].

Спроби позбутися цих недоліків привели до створення альтернативних сонячних елементів, в тому числі тонкоплівкових які вважаються елементами другого покоління з середнім ККД 15 % [2, 4].

Наступним етапом удосконалення СП стало створення органічних та багатоперехідних сонячних елементів – елементів третього покоління з ККД органічного полімеру близько 5 % [8, 9]. При створенні останніх намагаються вирішити такі проблеми, як зниження токсичності виробництва і відходів, зменшення собівартості за рахунок зменшення матеріальних та енергетичних витрат, збільшення швидкості виготовлення і спрощення цього процесу, досягнення максимальної стабільності роботи СП в різних погодних умовах. До елементів третього покоління відносяться так звані каскадні, або багатоперехідні сонячні елементи, в яких фотоелектричний матеріал утворений багатоперехідною структурою із загальною товщиною 1-5 мкм, що містить кілька (від 2 до 4) напівпровідникових переходів. Саме для таких сонячних елементів отримані рекордні значення ККД 45-46 % [2, 4, 7, 8].

З аналізу літературних джерел та моніторингу ринку СП стає очевидним, що найбільш поширеними є полі- і монокристалічні фотоелементи. Вони займають близько 90 % ринку СП і є найбільш доступними. Та на ефективність їх роботи також дуже впливає вибір схеми за якою вони підключені

Мета: провести аналіз існуючих схем побудови сонячних електростанцій на фотоелектричних модулях з запропонуванням конкретного рішення щодо схемної реалізації сонячної зарядної станції для електромобілів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сонячна зарядна станція для електромобілів

Виходячи з проведеного аналізу конструкцій типів та будови СЕ та у відповідності до поставленого завдання за основу для сонячної зарядної станції для електромобілів вибрано гібридну СЕ змінного струму. Схема реалізації сонячної зарядної станції для електромобілів представлена на рис. 1.

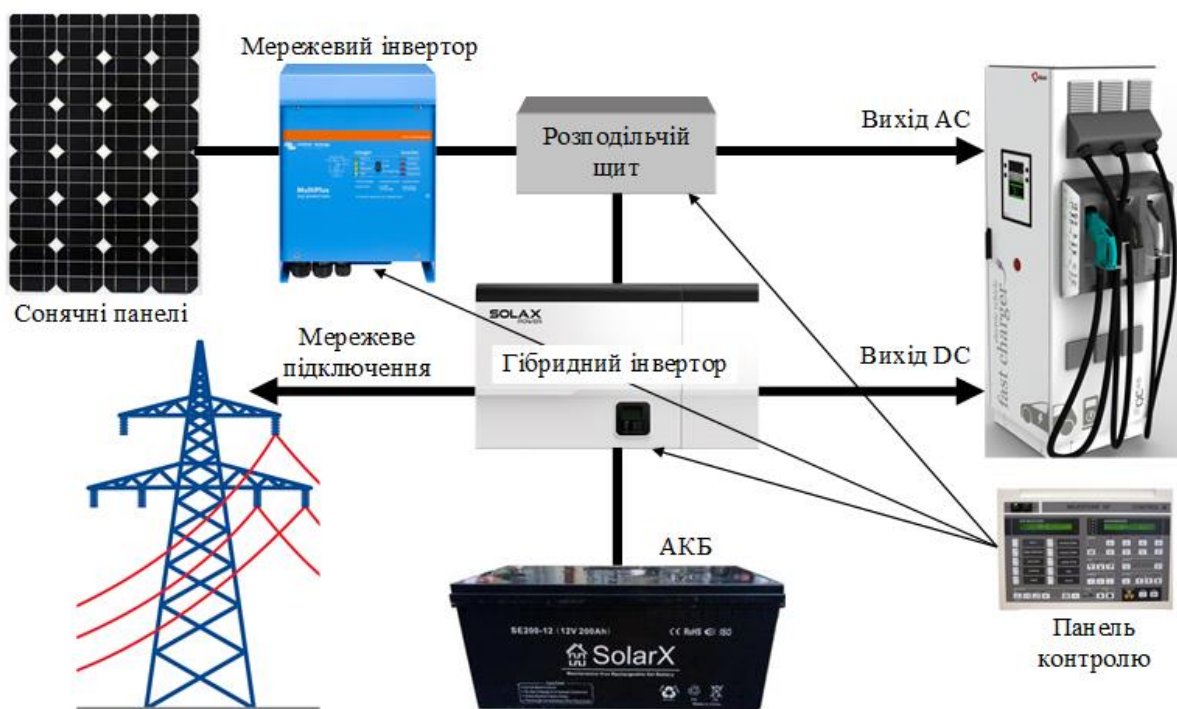


Рис. 1 – Схема сонячної зарядної станції для електромобілів

У відповідності до принципу роботи даної СЕ постійний струм, що виробляється СП подається на вхід мережевого інвертора, який перетворює постійний струм на змінний. Вихід від мережевого інвертора підключено до мережі змінного струму через розподільчий щит, а також до споживачів електроенергії. Мережа змінного струму підключається на вхід гібридного інвертора, також до гібридного інвертора підключені АКБ. Вихід мережевого сонячного інвертора і гібридного інвертора об'єднані через розподільний щит і забезпечують електроживленням споживачів змінного струму. Споживачами виступають зарядні системи електромобілів через відповідний порт зарядного пристрою. Якщо заряд йде постійним струмом, то електрична енергія надходить з гібридного інвертора через мережу постійного струму. Якщо заряд електромобіля здійснюється змінним струмом, то система заряду підключається до мережі змінного струму. Електроенергія в цьому випадку надходить або від гібридного інвертора або від мережевого інвертора через розподільчий щит. Потік електроенергії визначається програмним чином (панель контролю) в залежності від наявних умов та стану заряду АКБ сонячної зарядної станції. При цьому, якщо АКБ сонячної зарядної станції будуть повністю заряджені передбачається робота станції

на «зелений» тариф з віддачою електричної енергії в загальну мережу через гібридний інвертор.

Технічні характеристики:

- ефективність роботи – до 97 %;
- складові: СП; мережевий інвертор; гібридний інвертор, розподільчий щит, панель контролю, АКБ, зарядна станція з роботою від постійного та змінного струму.
- можлива робота в умовах «зеленого» тарифу.

Подібні зарядні електростанції знижують залежність від загальної електромережі електропостачання або дозволяють повністю відмовитися від неї.

В якості АКБ у запропонованій зарядній станції пропонується використовувати вживані АКБ від електромобілів.

В статті проведено загальний аналіз принципів будови СЕ та розглянуто принципи їх роботи й призначення. У подальших роботах буде представлено більш детальний аналіз сонячних зарядних станцій для електромобілів з розрахунком їх основних складових та аналізом енергетичних і електричних процесів, що протікають.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз існуючих схем побудови сонячних електростанцій на фотоелектричних модулях з розкриттям їх принципів роботи та призначення. Зазначені технічні характеристики кожної з проаналізованих схем.

2. Запропоновано схему будови сонячної зарядної станції для електромобілів з зазначенням її функціональних можливостей та особливостей роботи.

3. Сонячні зарядні станції для електромобілів знижують залежність від загальної електромережі електропостачання або дозволяють повністю відмовитися від неї.

4. Застосування подібного типу сонячних зарядних станцій створює умови до переходу на роботу на «зелений» тариф. Це сприяє енергонезалежності та енергоефективності підприємств та організацій, що експлуатують дані зарядні станції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ахмедов Р. Б. Гелиоэнергетика. Солнечные электрические станции / Р. Б. Ахмедов и др. – М.: ВИНТИ, 1986. – 120 с.
2. Marti A. Next Generation Photovoltaics / A. Marti, A. Luque eds. – Bristol: Institute of Physics Publ., 2004 – 344 с.
3. Abramova O. Види та типи: схеми сонячних електростанцій // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://ukrenerho.com/vidi-ta-tipi-shemi-sonyachnih-elektrostantsij/>.
4. Миличко В. А. Солнечная фотовольтаика: современное состояние и тенденции развития // В. А. Миличко и др. Успехи физических наук. – 2016. – Т. 186. – №. 8. – С. 801-852.
5. Chapin D. M., Fuller C. S., Pearson G. L. A new silicon p-n junction photocell for converting solar radiation into electrical power // Journal of Applied Physics. – 1954. – Т. 25. – №. 5. – С. 676-677.
6. Ginley D. S. Fundamentals of materials for energy and environmental sustainability / D. S. Ginley, D. Cahen (ed.). – Cambridge university press, 2011 – 754 с.
7. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 360 с.
8. Wei C. Y. Efficiency improvement of HIT solar cells on p-type Si wafers // C. Y. Wei et al. – Materials. – 2013. – Т. 6. – №. 11. – С. 5440-5446.
9. Green M. A. Third generation photovoltaics: advanced solar electricity generation // M. A. Green. – Springer-Verlag, Berlin. – 2003. – 160 p.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЛІТІЙ-ІОННОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

Дзюбенко О. А., Гайдамака В. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

На сьогоднішній день літій-іонні акумулятори використовуються повсюдно як надійне джерело енергії. Застосовуються дані акумулятори для живлення мобільних пристроїв, малопотужних електроприводів, як накопичувачі енергії для сонячних панелей, безпілотних літаків, квадрокоптерів, систем безперебійного живлення і електромобілях. Для таких пристроїв і техніки важливим параметром є автономність роботи. Автономність роботи, у свою чергу, залежить від стану кожної комірки акумуляторної батареї.

Літій -іонна електрохімічна система достатньо вимоглива. Для підтримки робочого стану акумулятора необхідно моніторити такі параметри: максимальна й мінімальна напруга відсічення, струм заряду і розряду, діапазон робочих температур. Тому, щоб значення цих параметрів не виходили за відповідний діапазон, використовують спеціальну систему – систему моніторингу – вона відповідає за стан кожної комірки і батареї в цілому.

У період з 2010 по 2014 р. компанією Tesla Motors були заявлені патенти й більша частина даної інтелектуальної власності присвячено двом основним темам: конструкції акумуляторної батареї й оптимізації процесу її заряду. [1].

Для забезпечення коректної й безпечної роботи такої системи потрібен контроль заряду кожної комірки акумуляторної батареї. Більшість виробників використовує для цього готові системи контролю закордонного виробництва (Китай, США, Німеччина). Існує велика кількість таких систем, усі вони різняться за своїми властивостями: заряд акумулятора, система захисту (PCB), балансування рівня заряду або містять у собі декілька таких властивостей.

Не менш важливу роль відіграє система моніторингу, тому що саме вона забезпечує умови безпечного й енергоефективного використання акумулятора. Тому із практичної точки зору, розробки спрямовані на продовження терміну служби літій-іонних акумуляторів більш ніж доцільні.

Мета: визначення параметрів і характеристик існуючих модулів моніторингу стану літій-іонного акумулятора і акумуляторної батареї та практичне дослідження роботи балансира, як окремого модуля для акумуляторної батареї.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для розробки схеми електричної принципової власного пристрою були проаналізовані сучасні модулі заряду: TP4056 (з функцією захисту), YH11047A 3S/4S, WH-3811A27. А також, досліджені їх особливості, переваги і недоліки. [3,4].

TP4056 (з функцією захисту) заряджає акумулятор правильним алгоритмом – постійний струм/ постійна напруга (CC/CV), підтримує робочий діапазон напруги та обмежує струм заряду і розряду.

Модуль YH11047A 3S/4S призначений для заряду і захисту (PCB) акумуляторної батареї. Однак, заряд батареї закінчується як тільки напруга на одному з його комірок стає 4,2 В. При розряді модуль працює аналогічним чином, якщо рівень напруги хоча б на одній комірці падає нижче встановленого – модуль відключає акумуляторну батарею від навантаження. Підтримує робочий діапазон напруги та обмежує струм заряду і розряду.

Модуль WH-3811A27 здійснює заряд акумуляторної батареї правильним алгоритмом, підтримує робочий діапазон напруги та обмежує струм заряду і розряду, а також,

модуль здійснює балансування рівня заряду кожної комірки в батареї. За своїми функціями WH-3811A27 повністю відповідає сучасним BMS (Battery Management System) модулям.

BMS модулі виконують наступні функції:

- контроль за станом елементів батареї по її основним параметрам (напруга, струм, температура тощо);
- інтелектуально-обчислювальна. На основі перерахованих вище параметрів BMS проводить оцінку максимального струму заряду і розряду, кількості енергії, що постачає в акумуляторну батарею;
- зв'язна. Система контролю може подавати вищевказані дані на зовнішні керуючі пристрої шляхом провідної або ж бездротової комунікації;
- захисна. BMS захищає батарею, запобігаючи її вихід за межі безпечної роботи. Вона гарантує безпеку підключення/відключення навантаження;
- балансування заряду між усіма комірками акумуляторної батареї, завдяки чому максимально продовжується термін служби акумулятора. [2].

До недоліків WH-3811A27 модуля слід віднести малий струм балансування, як наслідок, етап балансування протікатиме занадто довго. У своїй розробці ми акцентували увагу саме на цьому параметрі.

Виходячи з проведеного аналізу існуючих модулів та відповідно до обраної мети завдання була проведена розробка пасивного балансира і проаналізований принцип його роботи.

Пасивний балансір – це балансір по напрузі, призначений для покращення якості заряду й продовження терміну служби акумуляторів. Заряд батареї без балансира тільки зменшує рівень безпеки й рівень заряду акумуляторів. На рисунку 1 представлений зовнішній вигляд розробленого балансира. [5].

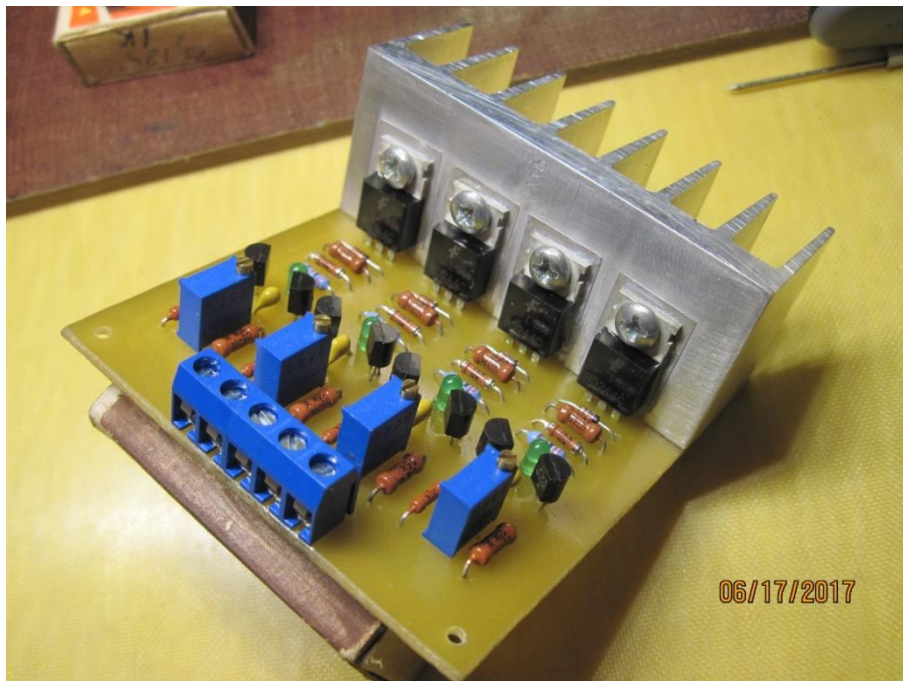


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд балансира

Для доведення поставленої мети було проведено два експерименти. Метою першого експерименту було визначення рівня напруги на кожній комірці акумуляторної батареї, що складається з двох акумуляторів. Батарею спочатку поставили на заряд звичайним зарядним пристроєм, що закінчує процес заряду, як тільки на одному елементі напруга стає

рівною 4,2 В, вдруге заряд здійснює пасивним балансиrom. Результат представлений на рисунку 2.

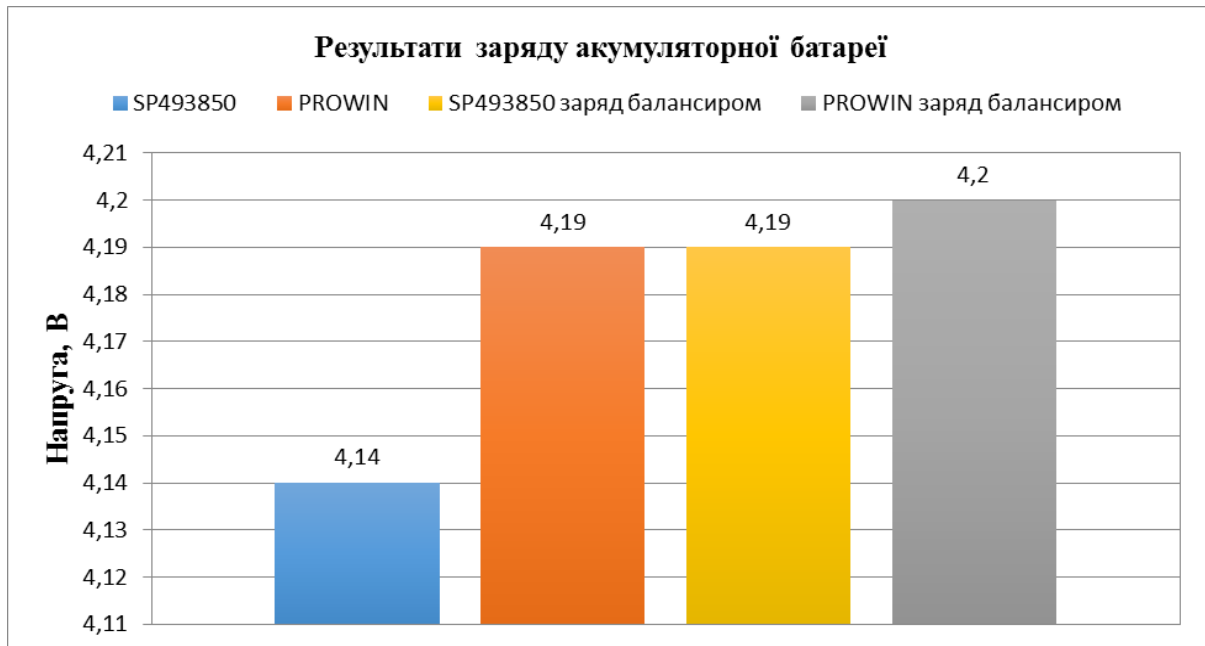


Рисунок 2 – Результати заряду акумуляторної батареї без балансира (синій і червоний стовпчик) і з використанням пасивного балансира (фіолетовий і зелений стовпчик)

Із результату можна зробити висновок, що зарядний пристрій без функції балансування не здатний повністю зарядити кожен комірок. Пасивний балансиr повністю зарядив кожен комірок акумуляторної батареї.

Метою другого експерименту було визначення рівня напруги на кожній комірці акумуляторної батареї, що складається з трьох комірок, одна з яких пошкоджена. Зарядні пристрої використовуються такі ж, як і в попередньому експерименті. Результат представлений на рисунку 3.

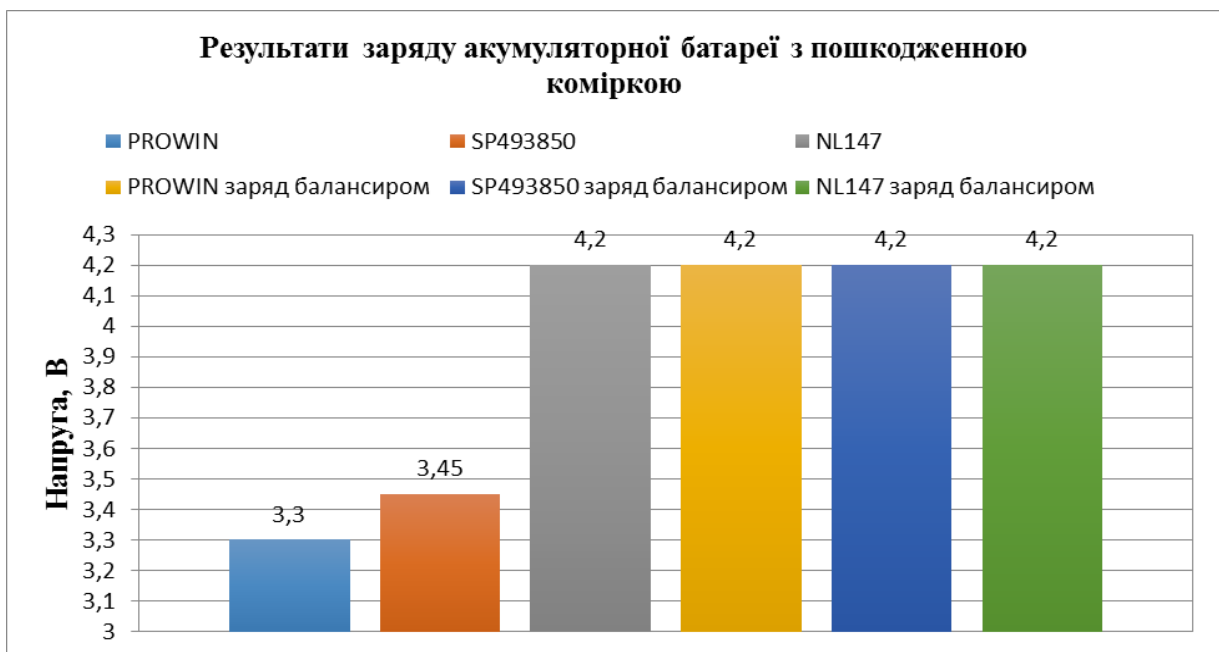


Рисунок 3 – Результати заряду акумуляторної батареї з пошкодженою коміркою без балансира (синій, червоний і зелений стовпчик) і з використанням пасивного балансира (фіолетовий, блакитний і оранжевий стовпчик)

Із результатів експерименту видно, що як тільки третій акумулятор (пошкоджена комірка) був заряджений, заряд усієї батареї було зупинено. Притому перша і друга ячейки ще не зарядились.

Під час заряду з пасивним балансиrom як тільки третя комірка була повністю заряджена, балансиr від'єднав її від процесу заряду і заряд продовжився вже для двох акумуляторів. Як результат – кожна комірка літій-іонної акумуляторної батареї була заряджена.

ВИСНОВКИ

Доведена доцільність використання саме BMS модулів і їх переваги відносно РСВ. Тільки модулі, що мають усі функції BMS (правильний алгоритм заряду, функцію балансування), можуть по справжньому забезпечити правильне використання акумуляторної батареї, отримання максимальної енергоефективності і забезпечити безпечне її використання.

З отриманих результатів дослідження роботи балансира можна зробити висновки:

- балансиr має просту конструкцію;
- даним балансиrom можна вирівняти рівень заряду абсолютно розбалансованої акумуляторної батареї;
- має великий струм балансування. За цим параметром сучасні BMS модулі поступаються пасивному балансиру;
- балансиr можна налаштувати на заряд іншої електрохімічної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Потапенко Ганна Валентинівна. Шпінелі складу $\text{Li}\{\text{Li}_x\text{Mn}_{2-x}\}\text{O}_4$ та $\text{LiNi}_{0,5}\text{Mn}_{1,5}\text{O}_4$, отримані з цитратних прекурсорів, як електродні матеріали для літій-іонних акумуляторів високої потужності. – С. 2-5.
2. Оборудывание для тестирования аккумуляторных батарей [Електронний ресурс] / Обрамova O. – Режим доступу: <https://bestenergy.com.ua/support/battery/bu-909>
3. Зарядное устройство для Li-ion на TP4056 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://we.easyelectronics.ru/part/zaryadnoe-ustroystvo-dlya-li-ion-na-tr4056.html>
4. Зарядка-защита лития и применение [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://mysku.ru>
5. Мелкие вопросы по теории [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://radiokot.ru>

ОЦІНКА ЕЛЕКТРИЧНОГО АВТОБУСА З СУПЕРКОНДЕНСАТОРНИМ БЛОКОМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ

Підгора О. В.¹, Гнатов А. В.¹, Барудов С.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Технічний університет – Варна, Республіка Болгарія

ВСТУП

Однією з найбільш нагальних і актуальних проблем в царині автобусних перевезень є екологічність транспорту. Особливо гостро ця проблема стоїть при забезпеченні міських перевезень і є однією з головних причин появи електро-гібридних автобусів і електробусів. Частка пасажирських міських перевезень в Україні становить приблизно 82%, приміських – 15%, міжміських – 3%, а міжнародних – 0,002%. Міські автобуси щодня проїжджають по 200 ... 250 км. Отже, стоїть завдання створити екологічно чистий автобус – електробус, який забезпечить даний пробіг або його частину, якщо є можливість в підзарядці в процесі його експлуатації [1-3].

В Радянському Союзі був норматив: 200000 населення – з'являється тролейбус, 500000 – трамвай, мільйон – метро. У автобусів мінімальна вивізна здатність, у тролейбуса – більше, метро – ще більше. Відповідно, в Україні є електричні мережі до яких тролейбуси і електробуси можуть підключатися.

Останнім часом багато країн активно переходить на стандарти «Євро-4», «Євро-5». Відповідно яким європейське співтовариство стимулює виробників робити техніку більш ефективною і технологічною, а міську владу – використовувати даний вид техніки.

У гібридному (як і в електро-) транспорті економія відбувається за рахунок гальмування. А це найбільш актуальний режим для міста. Отже, режим рекуперації енергії – це один з найбільш важливих аспектів у сучасному міському електробусі [3-7].

Дослідження та розробка екологічно чистого електричного електробусу для міських перевезень є актуальною і нагальною науково-технічною задачею, рішення якої дозволить не тільки втілити енергоефективні технології в міський транспорт, а й майже повністю зробити його екологічно чистим та безпечним для навколишнього середовища та населення.

Мета роботи – аналіз та оцінка електричного автобуса з блоком накопичення енергії на основі суперконденсаторів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Новий транспортний засіб – електричний автобус з суперконденсаторним блоком накопичення енергії – являє собою проміжну ланку між звичайними електричним транспортом та тролейбусом. Автобус заряджається від особливо швидких зарядних установок під час посадки/висадки пасажирів та здатний їздити по маршруту без необхідності у багатогодинній зарядці батарей [8].

Для з'ясування який автобус буде менше споживати енергоресурсів (електричної енергії, або дизпалива), проведено порівняння звичайного дизельного автобуса, гібридного автобуса, електричного автобуса на акумуляторах та електробусу з суперконденсаторним блоком накопичення енергії. Для цього, було вибрано один маршрут в м. Харків, («Пролетарська» – «Проспект Гагаріна», маршрут № 147). Довжина цього маршруту в одну сторону складає 20,4 км. Час руху становить 55 хв. Кількість зупинок 36.

Дизельний автобус «Богдан А091», що працює на цьому маршруті Н витрачається 6,7 літрів дизпалива за один рейс. За повний робочий день автобус робить 10 таких рейсів. Ціна 1 л. дизпалива складає приблизно 25 грн. Витрати на пальне на один день складають 1675 грн.

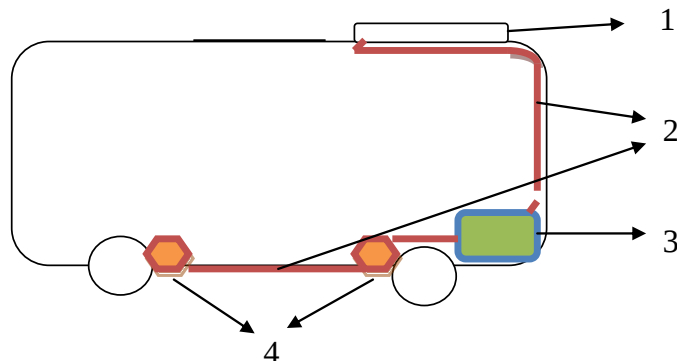
Якщо обрати гібридний автобус, для приведення в рух якого використовується не тільки дизельний двигун, а і електричний двигун потужністю 180 кВт, то отримаємо приблизно 35% економії дизельного палива. Тоді витрати на дизпаливо для гібридного автобуса на заданий маршрут складатиме 1088 грн.

Якщо обрати такий електричний автобус з силовим агрегатом потужністю 230 кВт, що здатен проїхати на одній зарядці близько 200 км (наприклад автобус «Електрон Е 19101» з АКБ ємністю 120 кВт·год), то при ціні на вересень 2017 р. за 1 кВт електроенергії для промислового споживання - 1,84 грн., буде витрачено 221 грн. Слід зазначити, що у нічний час ціна на електроенергію у двічі менша, отже, отримаємо 111 грн.

Нескладні підрахунки показують, що на експлуатаційні витрати на електробус можна витратити майже на порядок менше коштів, навіть у порівнянні з гібридним автобусом. Також слід зауважити, що Li-Ion АКБ, якими комплектуються сучасні електричні автобуси мають обмежений термін експлуатації, а якщо вона інтенсивна, що притаманно для міського автобусного транспорту, то цей термін становить 3...5 років. Це є значним недоліком таких автобусів.

Пропонується обрати електричний автобус, який використовує замість Li-Ion АКБ суперконденсаторний блок накопичення енергії. Такі суперконденсатори мають термін служби від 10 до 15 років, що складає 500000 циклів заряду-розряду, а вже нового типу 1 млн. – це від 25 до 30 років.

На базі міського автобуса «Богдан А091» пропонується розробити електричний автобус у якого, на місці яке відведено для ДВЗ, буде знаходитися суперконденсаторний блок накопичувачів енергії (3) з апаратурою управління (рис. 1). Два електричні двигуни (4) будуть розміщуватися безпосередньо на осі обертання коліс. Зарядний пристрій необхідно розташувати на даху електробуса для забезпечення безпечного заряду суперконденсаторного блоку накопичувачів енергії на зупинках громадського транспорту [9 – 10].



1 – зарядний пристрій; 2 – проводка; 3 – суперконденсаторний блок накопичувачів енергії;
4 – електричні двигуни

Рисунок 1 – Схематичне зображення елементів електричного автобуса

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз міських перевезень показав, що автобусний транспорт займає одне з провідних місць в цій галузі, а постійне посилення стандартів та норм екологічної безпеки вимагають кардинально нових рішень щодо організації міських перевезень. Особливо це стосується автобусного парку, а саме його екологічності.

2. Проведено приблизну оцінку витрати енергоресурсів у вигляді дизельного пального та електричної енергії для одного типу та класу автобусів. Визначено, що електричний автобус окрім своєї екологічності майже на порядок менше потребує коштів на експлуатаційні витрати.

3. Запропоновано переробити звичайний міський автобус «Богдан А091» в електробус з суперконденсаторним блоком накопичення енергії. Використання суперконденса-

торів значно збільшить термін служби блоку накопичення енергії та, відповідно, зменшить експлуатаційні затрати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гнатов А. В. Энергосберегающие технологии на транспорте / А. В. Гнатов, Щ.В. Аргун, О.А. Ульянец // – Луцьк : Наукові нотатки, В.55. – 2016. – С. 80–86.
2. Постанова КМУ від 1 березня 2010 р. № 243. Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2016 роки.
3. Сучасні технології на автобусному транспорті. Матеріали IV-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції [“Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту”] (14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця) / А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун, О.В. Підгора. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 139 с. С. 93 – 97.
4. Біла книга з міжкультурного діалогу «Жити разом у рівності й гідності» Рада Європи [Затверджена міністрами закордонних справ країн-членів Ради Європи на 118-й сесії Комітету міністрів Страсбург, 7 травня 2008 року], 2008. – 72 с.
5. Закон України про автомобільний транспорт №3492-IV(3492-15) від 23.02.2006р.
6. Електробус на суперконденсаторах для наземної аеродромної техніки. [Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми створення і забезпечення життєвого циклу авіаційної техніки»] (20-21 квітня 2016 р., м. Харків) / А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун. – Х.: Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2016. – 162 с. – С. 145 – 147.
7. Міський електробус з надшвидкою зарядкою. [Друга всеукраїнська науково-практична конференція “Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні”: тези доповідей] (17-18 березня 2016 р.). / А.В. Гнатов, О.А. Ульянець Щ.В. Аргун. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 112 с. – С. 43 – 44.
8. Гнатов А. В. Електробус на суперконденсаторах для міських перевезень / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О.В. Бикова, О.В. Підгора // Вісник ХНАДУ. – 2016. – № 72. – С. 29–34.
9. Пат. 111342 України, B60L11/00, B60L9/00. Електробус на суперконденсаторах для міських перевезень з над швидкою зарядкою / Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Гнатова Г.А., Підгора О.В.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. ун.-т., Гнатов А.В., Аргун Щ.В. – № у 2016 04127; заявл. 15.04.2016; опубл. 10.11.2016, Бюл. №21.
10. Пат. 114643 України, B60L11/00, B60L9/00. Спосіб роботи електробуса на суперконденсаторах з над швидкою зарядкою для міських перевезень / Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Гнатова Г.А., Підгора О.В.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. ун.-т., Гнатов А.В., Аргун Щ.В. – № у 2016 10370; заявл. 11.10.2016; опубл. 10.03.2017, Бюл. №5.

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Серикова И. А.¹, Mohamed Bushara²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Україна, ²University of Gezira, Республіка Судан

ВВЕДЕНИЕ

Электрический транспорт набирает все большую популярность. Количество электромобилей на дорогах страны неуклонно растет. По данным МВД Украины в январе-сентябре 2017 года украинцы зарегистрировали 3068 экологических автомобилей, из которых 1354 – электромобили, и 1714 – автомобили с гибридным приводом. В 2016 году в Украине было зарегистрировано 2593 экологических автомобилей с электрическим и гибридным приводом, большая часть которых заряжаются от электрической сети [1].

Одновременно с ростом транспортных средств с электроприводом неуклонно растет и спрос на их зарядные станции. Обусловлено это ограниченным пробегом электро-транспорта от одной зарядки. Наиболее перспективным решением данной задачи является увеличение количества зарядных станций по маршруту следования электромобиля, что повысит вероятность нахождения зарядной станции в местах предполагаемой остановки. Вместе с тем, повышение мощности зарядных станций также увеличит эффективность использования электро-транспорта вследствие сокращения времени на вынужденный простой для подзарядки.

Зачастую владельцы электромобилей не имеют необходимых навыков для безопасного использования электро-установок большой мощности (220-500 В), что существенно повышает риск поражения электрическим током. Усугубляет ситуацию и то, что зарядные станции располагаются на открытых площадках и ими пользуются в разных климатических условиях.

Наиболее эффективным способом снижения травматизма и возможных человеческих жертв неквалифицированных пользователей является максимальная автоматизация зарядных станций и широкое применение защитных устройств.

Цель и постановка задачи

Целью исследования является анализ структуры построения современной зарядной станции, позволяющей заряжать электромобили разных фирм производителей и моделей, и имеющей высокий уровень безопасности.

Разработка структуры автоматизированной зарядной станции для электромобилей

В настоящее время в инфраструктуре зарядных станций широко распространены разнообразные типы разъемов. Фирмы-производители электромобилей устанавливают на свои машины различные разъемы, что создает проблему унификации зарядных станций. Частично это решается применением специализированных переходников.

Для информационного обмена между электромобилем и зарядной станцией применяется два вида стандартов. При зарядке электромобилей постоянным током при напряжении 400 – 500 В наиболее распространенным стандартом обмена информацией между электромобилем и зарядной станцией является CAN-шина.

Тип применяемого разъема зависит от нескольких параметров. Прежде всего это уровень мощности зарядного устройства и род тока, которым заряжается электромобиль – постоянный или переменный. Производители для повышения унификации зарядных станций и разъемов применяют комбинированные разъемы, позволяющие заряжать

электромобиль постоянным или переменным током в зависимости от типа зарядного блока в электромобиле и зарядной станции.

Если же для зарядки электромобиля применяется переменный ток, то наиболее распространенным стандартом информационного обмена является протокол J1772.

Таким образом, современная автоматизированная зарядная станция должна в своем составе иметь следующие функциональные блоки, что представлено на рис. 3.

Структурная модель автоматизированной зарядной станции для электромобилей включает в себя микропроцессорный модуль управления, контролирующей работу блока защиты, блока зарядки и главного реле подключения электромобиля.

Микроконтроллер устанавливает максимально доступную мощность по скважности сигнала PILOT. Зарядный блок электромобиля считывает значения скважности и ограничивает ток зарядки на заданном уровне.

Неотъемлемой частью зарядного устройства является модуль дифференциальной защиты от токов утечки. Он позволяет своевременно обнаружить потери энергии через области с нарушением изоляции. В качестве дополнительной защиты используется защитное заземление, позволяющее спровоцировать аварийный ток, и срабатывание защитных автоматов при касании токопроводов с нарушенной изоляцией.

Выводы

Разработана иерархическая структура автоматизированной зарядной станции для электромобилей. Предложена структурная модель автоматизированной зарядной станции для электромобилей. Эффективным способом повышения мощности зарядных станций является применение повышенного рабочего напряжения постоянного тока 400 В. Однако уровень такого напряжения является опасным в эксплуатации, что делает актуальным создание зарядных станций с высокой степенью автоматизации. Автоматизированные зарядные станции позволяют исключить человеческий фактор при подключении электромобиля. Применение дифференциальной защиты позволяет контролировать качество изоляции токоведущих проводов в реальном режиме времени и позволяет избежать поражения электрическим током.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://electrocars.ua/9month2017-ukrainian-sales>
2. Щетина В.А., Морговский Ю.Я., Центр Б.И., Богомазов В.А. Электромобиль: техника и экономика. — Л: Машиностроение, 1987. — 253 с.
3. <https://www.imena.ua/blog/usa-goes-to-electro-cars/>
4. ecology.md/page/supercharger-set-bystryh-zarjadnyh-stancij-dl
5. www.elmiz.com/ru/produksiya/zaryadnye-stantsii-dlya-elektromobilej/.
6. МЭК 61851-1:2010 "Система токопроводящей зарядки электромобилей. Часть 1. Общие требования"
7. МЭК 62196-1:2011 "Вилки, штепсельные розетки, соединители и вводы для транспортных средств. Кондуктивная зарядка для электромобилей. Часть 1. Общие требования"
8. IEC 69/236/CD:2012 "Electric vehicle wireless power transfer systems (WPT) - Part 1: General requirements"

ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНУ. ОСНОВНІ ВИДИ ТА ТИПИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

**Череватий В. О.¹, Гнатов А. В.¹, Букетов А. В.²,
Белоусов Є. В.², Мурований І. С.⁴**

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, ²Херсонська державна морська академія, Україна, ³Луцький національний технічний університет, Україна

ВСТУП

Сонячна енергетика заснована на перетворенні сонячного випромінювання в електричну та теплову енергію. Отримана таким шляхом «зелена» енергія є найбільш перспективною з точки зору альтернативних та поновлювальних джерел [1-4].

Сонячне випромінювання – екологічно чисте, що не виробляє шкідливих відходів, поновлюване джерело енергії. Запаси енергії сонячного випромінювання величезні: щорічно на Землю надходить $1,05 \cdot 10^{18}$ кВт·год сонячної енергії, з яких $2,0 \cdot 10^{17}$ кВт·год припадає на поверхню суші. Для перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію (ЕЕ) використовують різного виду та типу сонячні електростанції (СЕС) [5].

Незважаючи на величезну кількість сонячної енергії, що надходить на поверхню Землі, її використання для великомасштабного отримання ЕЕ пов'язане з суттєвими проблемами. Причому, слід зазначити, що для різних типів СЕС ці проблеми різні. Зазвичай вони пов'язані з такими природними факторами, як низька щільність сонячної радіації на поверхні землі, переривчастий характер її надходження тощо.

Сучасні СЕС засновані на різних методах перетворення сонячної енергії в ЕЕ.

На цей час розроблено і освоєно в промислових масштабах ряд принципів перетворення сонячної енергії в електричну, які умовно можна розділити на:

- пряме перетворення (безмашинне – енергія сонця безпосередньо перетворюється в електричну без проміжної стадії перетворення її в теплову енергію);
- непряме перетворення (машинне – має проміжну стадію перетворення теплової енергії в механічну роботу) [6-8]

Мета: проведення аналізу методів перетворення сонячної енергії в електричну та теплову з розкриттям основних видів та типів сонячних електростанцій.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Пряме перетворення сонячної енергії в електричну

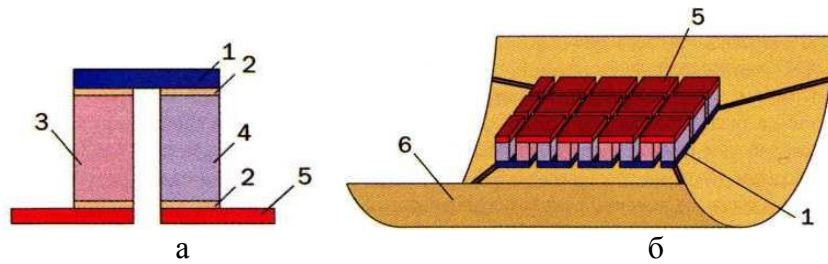
На сонячних електростанціях, що працюють на основі прямого перетворення сонячної енергії в електричну, застосовуються термоелектричні, термоемісійні і фотоелектричні (у вигляді сонячних батарей) перетворювачі – без проміжної стадії перетворення сонячної радіації в теплову енергію і механічну роботу. Коротко представимо особливості схем цих перетворювачів і сутність їх роботи [6-8].

Термоелектричне перетворення сонячної енергії в електричну. Термоелектричний метод перетворення сонячної енергії був відкритий в 1821 р. німецьким фізиком Т.І. Зеебеком. Він заснований на ефекті, що складається у виникненні термо-ЕРС на кінцях двох різнорідних провідників, що знаходяться при різній температурі. Схема термоелектричного перетворювача енергії показана на рис. 1.

Термоемісійне перетворення енергії. Термоемісійний метод перетворення енергії заснований на відкритому в 1883 р. Томасом Едісоном явищі термоелектронної емісії, яке полягає у випуску електронів з поверхні речовини при його нагріві.

У разі забезпечення безперервного підведення тепла до емітера і відповідного охолодження колектору, який отримує тепло від електронів, що його досягають, у зовнішньому колі буде підтримуватися електричний струм, і таким чином буде відбуватися робота.

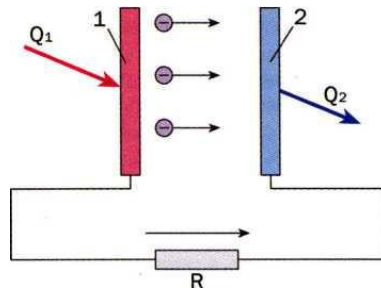
Принципова схема термоємісійного перетворювача показана на рис. 2.



а – окремий термоелемент перетворювача; б – термоелектричний модуль;
1 – гарячі спаї; 2 – антидифузійний шар; 3, 4 – позитивні і негативні кола,
за якими відбувається перетік тепла в перетворювачі; 5 – холодні спаї;
6 – концентратор сонячного випромінювання

Рис. 1 – Схема термоелектричного перетворювача енергії

Термоємісійний перетворювач сонячної енергії є генератором електроенергії, в якому нагрів емітера здійснюється безпосередньо сонячним випромінюванням.



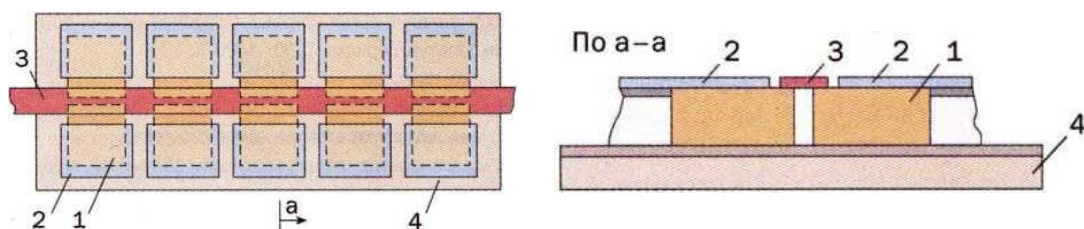
1 – катод (емітер), до якого підводиться тепла енергія; 2 – охолоджуваний анод
(колектор); Q_1 , Q_2 – тепло, що підводиться до катода; Q_2 – тепло, що
відводиться від анода; R – зовнішнє навантаження

Рис. 2 – Схема принципова термоємісійного перетворювача

Фотоелектричне перетворення сонячної енергії. Фотоелектричний метод перетворення сонячної енергії заснований в 1839 р. Е. Беккерелем, а потім в 1873 р У. Смітом на явищі фотоефекту та полягає в випускненні електронів речовиною під дією світла. Незважаючи на недосконалість цих перших дослідів зі спостереження явища фотоефекту, вони, тим не менш, ознаменували собою початок історії напівпровідникових сонячних елементів (СЕ): на початку 1920-х рр. в лабораторії Белла в процесі пошуку нових джерел енергії був виявлений кремнієвий СЕ, який став попередником сонячних перетворювачів.

Відзначимо, що для цілей перетворення енергії сонячного випромінювання в електрику практично може бути застосований лише фотоефект замикаючого шару (фотоефект на р-п переході), який являє собою деяку область між двома частинами речовини з різним типом провідності.

Схема сонячної батареї, заснованої на явищі фотоефекту, який проявляється на р-п-переході в напівпровіднику при висвітленні його потоком світла, показана на рис. 3.



1 – сонячний елемент; 2 – захисне скло; 3 – комутаційна шина; 4 – підкладка

Рис. 3 – Схема сонячної батареї, заснованої на явищі фотоефекту, який проявляється на р-п-переході напівпровіднику

В цій батареї р-п (або п-р) перехід створюють введенням в монокристалічний напівпровідниковий матеріал-базу домішки з протилежним знаком провідності (наприклад, в кремній вводять алюміній або літій). В результаті при попаданні на р-п-перехід сонячного випромінювання відбувається збудження електронів валентної зони, і у зовнішньому колі утворюється електричний струм. ККД сучасних сонячних батарей досягає 13...23 %, причому він найбільш високий в разі використання на СЕС ультратонких СЕ.

Непряме перетворення сонячної енергії в електричну

Найбільш відомими непрямыми перетворювачами енергії є паро- і газотурбінні установки, що працюють на ТЕС і АЕС. Принципово вони можуть працювати і в умовах космосу зі спеціальним теплообмінником-випромінювачем, який виконує роль конденсатора пару, але оскільки, на відміну від наземної паротурбінної установки, де теплота відводиться потоком води в умовах космосу відведення тепла від відпрацьованого пара в паровій турбіні або газу в газовій турбіні можлива тільки випромінюванням, тобто енергоустановки повинні бути замкнутими. Випробування дослідної газотурбінної установки замкнутого типу потужністю 3 кВт показали, що її ККД дорівнює 11%.

Види СЕС

В даний час побудовані і успішно працюють в багатьох країнах світу два види СЕС (у відповідності до розглянутих принципів) [8, 9]:

- фотоелектричні – безпосередньо перетворюють сонячну енергію в електричну за допомогою сонячних фотоелементів.
- термодинамічні – перетворюють сонячну енергію в теплову, а потім в електричну.

Фотоелектричні сонячні електростанції. Головними елементами таких станцій є сонячні батареї, що складаються з тонких плівок кремнію або других напівпровідникових матеріалів, які перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм. Їх відмінні риси: надійність, стабільність, здатність перетворювати як пряме, так і розсіяне сонячне світло, невелика маса, простота обслуговування, модульний тип конструкції, що дозволяє створювати установки будь-якої потужності. Основний недолік – висока вартість і низький ККД.

Термодинамічні сонячні електростанції. Основу таких станцій складають теплообмінні елементи з селективним світлопоглинальним покриттям, що здатно поглинати до 97 % сонячного світла, яке потрапляє на них, причому ці елементи навіть за рахунок звичайного сонячного освітлення можуть нагріватися до 200 °С і більше. Внаслідок цього, вода перетворюється в пар в звичайних парових котлах, що дозволяє отримати в паровій турбіні ефективний термодинамічний цикл. ККД сонячної паротурбінної установки може досягати 20 %.

Типи сонячних електростанцій

Усі СЕС поділяють на такі типи [10, 11]:

- баштові;
- тарілчасті;
- СЕС, на фотоелектричних модулях;
- СЕС з параболоциліндричними концентраторами;
- комбіновані;
- аеростатні;
- сонячні космічні електростанції;
- сонячно-вакуумні електростанції;
- електростанції на двигуні Стірлінга.

Поєднання проведеного аналізу видів та типів СЕС з зазначенням їх конструктивних особливостей та принципу дії, а також перелічення їх переваг та недоліків дає уяву щодо можливостей сонячної енергетики та вказує на великі перспективи її використання. В залежності від конкретних умов експлуатації, природних умов та місцевості (ландшафт-

ту), проведене узагальнення СЕС допоможе визначитись з конкретним типом та конструкцією для подальшого її використання як джерела електричної енергії.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз методів перетворення сонячної енергії в електричну. Зазначено, загальноприйнято два методи – пряме та непряме перетворення сонячної енергії в електричну. Представлена загальна характеристика термоелектричному, термоемісійному і фотоелектричному перетворенню сонячної енергії в електричну.

2. Розглянуто основні види та типи сонячних електростанцій з зазначенням їх принципу дій та конструктивних особливостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України) : навч. посіб. / Р. Титко, В. М. Калініченко. – Варшава; Краків; Полтава : OWG, 2010. – 530 с. – ISBN 978-83-928382-1-0.
2. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / Бевз С. М. [та ін.] ; під заг. ред. А. К. Шидловського ; НАН України, П-во «Укренергозбереження». – К. : Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с. – (Енергетика України на початку XXI століття; т. 4). – ISBN 978-8578-08-3
3. Нетрадиційна енергетика: основи теорії і задачі : навч. посіб. / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, Я. М. Гнатишин. – Львів : Магнолія, 2008. – 188 с.
4. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії : підруч. / С. О. Кудря. – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
5. Сонячна енергетика: теорія та практика / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал ; Нац. ун-т "Львівська політехніка". - Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2014. - 340 с.
6. Преобразование солнечной радиации в электрический ток // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <http://reforef.ru/outozub/Солнечная+энергетика+-+Проблемы+и+перспективыb/main.html>.
7. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі / [Бурячок Т. О. та ін. ; наук. ред.: Клименко В. Н., Ландау Ю. О., Сігал І. Я.]. - Київ : [б. в.], 2013. - 391 с. : іл., табл. - Бібліогр.: с. 383-389. – 500 пр. - ISBN 978-966-8163-18-0 (читати он-лайн)
8. Енергія для всіх : техн. довід. з енергоощад. та відновних джерел енергії / Олександр Щербина. - Вид. 4-е, доп. і перероб. - Ужгород: Вид-во Валерія Падяка, 2007. - 336с.
9. Види сонячних електростанцій // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: http://ishop.sutem.com.ua/articles/topics/solar_energy/SES.
10. Типы солнечных электростанций // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: http://www.gigavat.com/ses_tipi.php.
11. Виды солнечных электростанций, принцип работы, примеры // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу: <http://akbinfo.ru/alternativa/solnechnye-jelektrostantsii.html>.

МЕТОДИ МАРШРУТИЗАЦІЇ ПАКЕТІВ ДАНИХ В МОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕМАТИКИ

Мнушка О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Традиційні системи моніторингу та логістики транспортних засобів (ТЗ), такі як Euteltracs, Benish GPS Ukraine, TELETRACK та ін., побудовані на використанні глобальних навігаційних систем (GPS, ГЛОНАСС) та інформації, що надходить від бортових систем телематики. Однією із проблем таких систем є невеликі швидкості передавання даних - максимум до 86 кбіт/с у мережах GPRS, обмежує обсяги даних, що можуть бути оброблені онлайн.

Впровадження в Україні технологій мобільного зв'язку третього покоління (3G) надає можливості побудови мобільних систем телематики транспортних засобів, що надають достатньо великий обсяг даних бортової телематики в одиницю часу. На відміну від стаціонарних систем, ТЗ під час руху змінюють своє розташування відносно базових станцій (а можливо й операторів), що призводить до постійного переходу їх з одних мереж до інших. В такому режимі проблемою є необхідність постійної перереєстрації ТЗ в різних мережах, збереження та маршрутизація пакетів даних при переході з однієї мережі до іншої. Для систем, що розглядаються, можливо також побудувати так звані децентралізовані ad-hoc мережі, в яких ТЗ безпосередньо передають дані одне одному без участі сервера.

Мета: проведення аналізу методів маршрутизації пакетів в мобільних системах телематики в залежності архітектури мережі; визначення вимог до мережного програмного забезпечення телематичних систем.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Інтернет, маршрутизація даних та проблема мобільності

Інтернет – ієрархічне об'єднання гетерогенних систем, організованих та керованих відповідно до політик адміністрування. В Інтернеті виділяють *домени*, які належать певним організаціям та керуються провайдерами Інтернет-послуг (ISP). Домени складаються з вузлів (node) та взаємозв'язків (links) між ними. Вузли бувають двох основних типів – маршрутизатори (router) та хости (host). Хости об'єднуються в мережі (subnetworks) на одному комунікаційному рівні (Ethernet або 802.11 WLAN й т.п.). Мережі об'єднуються між собою за допомогою маршрутизаторів. Хости, які ініціюють або переривають передавання пакетів є кінцевими системами. В нашому випадку кінцевими системами є бортова телематична система та сервер оператора логістичних або телематичних послуг.

Архітектура Web-орієнтованих систем значною мірою визначається архітектурою стеку протоколів TCP/IP [1]. Дані в таких системах проходять по чотирьох рівнях – прикладному, транспортному, мережному та каналному. Проблема мобільності в Інтернеті виникає в той момент часу, коли частина мережі змінює точку входу в мережу відносно загальної топології. Відзначимо, що ця проблема обумовлена внутрішньою структурою протоколів Інтернет, які не передбачали таких змін під час процесу передавання даних.

У розрізі нашої задачі найбільші проблеми виникають на мережному рівні, де використовуються протоколи маршрутизації пакетів IPv4 та IPv6 [1, 2], які розрізняються величиною адресного простору та методами маршрутизації пакетів. З точки зору побудови мобільних мереж більше пристосований протокол IPv6, який теоретично дозволяє закріпити за бідь-яким пристроєм унікальну адресу із пулу в 2^{48} -адрес.

2. Функціональні вимоги до мобільної системи передавання даних.

Універсальна мобільна ТС має забезпечувати наступні функціональні вимоги:

- *досяжність* в будь-який час та у бідь якій точці;
- *постійне підключення* до сервера оператора послуг;
- *надійність*, що повинна гарантувати передавання даних в будь-яких архітекту-ра мереж з можливістю відказів проміжних вузлів передавання даних;
- *безпека* передавання даних у зовнішніх мережах, що гарантує захист від мож-ливих переривань потоків даних.
- *приватність* даних, що гарантує захист даних (потоків даних) від зовнішнього втручання на будь-якому рівні;
- *режим роботи у «реальному часі»*, що забезпечує алгоритми керування систе-ми\мами підвищеного ризику;
- *можливість передавання мультимедійних даних*, що забезпечує додаткові рів-ні контролю у режимі он-лайн;
- *простота використання*, що забезпечує використання системи непідготовле-ними користувачами у галузі інформаційних технологій.

Для забезпечення означених функціональних вимог можна використовувати декі-лька різних систем мобільних комунікацій, які будуть розглянуті нижче.

3. Технології забезпечення мобільності в мережі Інтернет.

Наразі існує декілька варіантів побудови мобільних систем телематики – NEMO [], «Мобільний IP» [] та ін., які мають розв'язати проблему переміщення хоста із однієї ме-режі в іншу, наприклад хоста із адресою 3.0.0.15 із мережі 3.0.0.1/24 а мережу 4.0.0.1/24 (рис. 1).

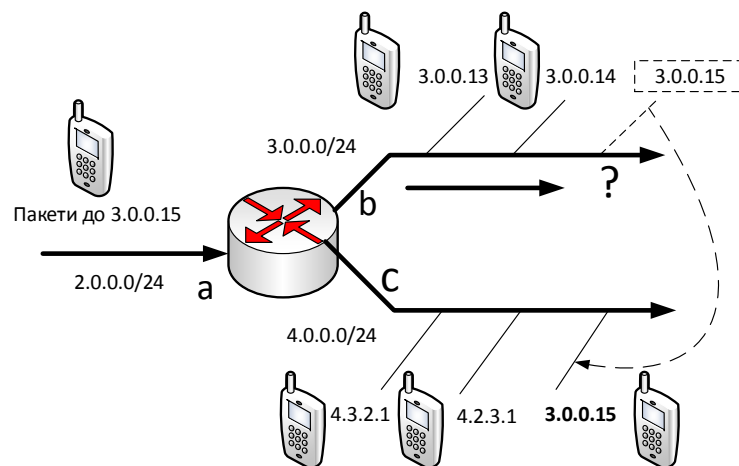


Рисунок 1 – Проблема зміни мережі одним із хостів

3.1. Мобільний IP дозволяє мобільному вузлу переміщуватися із однієї мережі в іншу із збереженням IP-адреси. Існує дві реалізації даної технології для протоколу IPv4 (RFC5944) та IPv6 (RFC 6275). Зважаючи на те, що IPv6 наразі починає витісняти IPv4, що в першу чергу пов'язане із розвитком Інтернету речей (IoT), нові системи мають підтри-мувати адресацію IPv6.

3.2. Технологія NEMO (RFC 3775, 3776, 3963) забезпечує маршрутизацію пакетів даних мобільних мереж 2,5G, 3G, 802.11, 802.16, 802.20 при зміні точки входу в систему. Мобільна мережа складається з мобільних роутерів (MR) та мобільних вузлів (MNN). Ко-жний MR зв'язаний із своєю домашньою мережею (домашня адреса (HoA)). Під час візиту до зовнішньої мережі MR конфігурується на адресу для передавання (care-of address (CoA)). Основною проблемою є маршрутизація пакетів між HoA та CoA. Для NEMO характерним є неефективна маршрутизація пакетів, обумовлена трансляцією паке-тів через адресацію домашньої мережі.

Розвитком технології NEMO є технологія VANET (Vehicle ad-hoc networks), що до-зволяє створювати безпосередні з'єднання в мережу між мобільними абонентами [4].

3.3. InternetCAR – технологія доступ до пристроїв локальної мережі автомобіля із мережі Інтернет [5]. Ця технологія є розвитком NEMO і зосереджена на ефективній реалізації NEMO для великої кількості бортових пристроїв, підключених до мережі Інтернет.

4. Структура мобільної системи телематики (рис. 2) на базі одноплатного комп'ютера містить сенсорну мережу та одноплатний комп'ютер, що виконує функції маршрутизатора запитів із зовнішньої мережі у внутрішню. Програмне забезпечення такої системи орієнтоване на використання веб-технологій та бездротових терміналів (телефонів чи планшетів). Ні рівні ОС комп'ютера забезпечується підтримка мобільного IPv6, драйверів пристроїв (сенсорів) та взаємодія із клієнтським додатком. У якості апаратного забезпечення таких систем можна використовувати одноплатні комп'ютери Raspberry Pi 2/3 із ОС Linux з модифікованим ядром для підтримки NEMO.

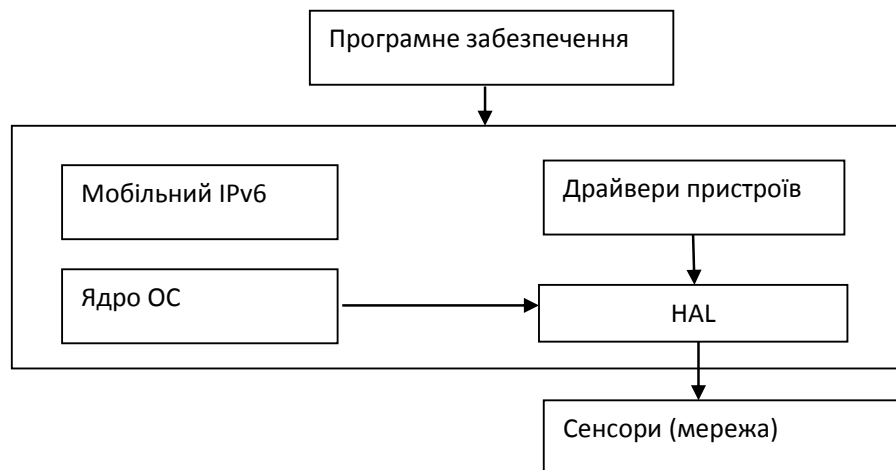


Рисунок 2 – Структура мобільної системи телематики

ВИСНОВКИ

1. Визначено функціональні вимоги до мобільних систем телематики.
2. Проведено аналіз методів побудови мобільних систем телематики та методів маршрутизації пакетів в них.
3. Запропоновано структуру мобільної Веб-орієнтованої системи телематики на основі використання одноплатних комп'ютерів під керування ОС Linux.
4. Перспективами подальших досліджень є побудова інтегрованої хмарно-орієнтованої системи телематики.

ЛІТЕРАТУРА

10. Internet Protocol, RFC 791 [Електронний ресурс] / DARRPA. 1981. – Режим доступу : <https://tools.ietf.org/html/rfc791>.
11. Deering S. Internet Protocol, RFC 2460 [Електронний ресурс] / S.Deering, D.Hinden. – IETF, 1981. – Режим доступу : <https://tools.ietf.org/html/rfc2460>.
12. Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol, RFC 3963 [Електронний ресурс] / [V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert]. – IETF, 2005. – Режим доступу : <https://tools.ietf.org/html/rfc2460>.
13. Vehicle Ad Hoc networks: applications and related technical issues / [Y. Toor, P. Muhlethaler, A. Laouiti and A. D. La Fortelle]. - IEEE Communications Surveys & Tutorials. – vol. 10, no. 3, pp. 74-88, Third Quarter 2008. – DOI: 10.1109/COMST.2008.4625806
14. Ernst T. Network mobility from the InternetCAR perspective / T. Ernst, K. Uehara and K. Mitsuya. – Proc of 17th Int. Conf. on Adv. Information Networking and Application, 2003. – P.P. 19-25. – DOI: 10.1109/AINA.2003.1192838.

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ СУЧАСНИМ АВТОМОБІЛЕМ

Даниленко К. І., Клец Д. М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Вирішення проблем інтелектуалізації електронних систем транспортних засобів (ТЗ) [1] виведе вітчизняні колісні машини на новий якісний рівень і значно підвищить їх технічні характеристики. Інформаційно-комунікаційні технології інтелектуального управління ТЗ повинні розроблятися на основі синергетичного підходу із застосуванням новітніх досягнень телематики та мехатроніки.

Результати досліджень

Інформаційні системи на транспорті та їх взаємодія (комунікація) з водієм значно впливають на розвиток дорожньо-транспортних ситуацій. Інформаційні системи мають такі категорії [2], як: точність – гарантія того, що система забезпечує точне виконання всіх команд; контроль доступу – гарантія того, що різні групи користувачів мають різний доступ до інформації; контрольованість – гарантія того, що у будь-який час є можливість перевірки любого компонента програми; контроль ідентифікації – гарантія того, що підключений саме той клієнт, який себе таким видає; стійкість до умисних збоїв – гарантія того, що при внесенні навмисних збоїв у певних рамках система буде працювати стабільно. Відказ систем розглядається у вигляді появи «незапланованих ситуацій». Так, відомо, що у 2016 році автомобіль Tesla S зіткнувся з напівприцепом, який буксирував трактор. За інформацією Tesla [3], в момент зіткнення автомобіль рухався на автопілоті, але ні автоматика, ні водій не почали гальмування. Це перший в історії випадок загибелі водія за кермом автомобіля, веденого автопілотом. При цьому автопілот автомобіля Tesla був справний і працював в повній відповідності з заданим алгоритмом. Наведене у роботі [4] дослідження систем автоматичного гальмування показало, що вони неадекватно реагують на швидко рухомі в поперечному напрямку об'єкти. Тому рекомендовано виключити цей сценарій з алгоритму роботи системи. На 2016 р. жоден виробник автомобілів або автокомпонентів не заявив систему відстеження поперечно рухомих об'єктів. Докладні випробування автомобіля Tesla Model S 85D, проведені після аварії [4], показали, що автопілот автомобіля швидко реагує на паралельно рухомі автомобілі, спереду і збоку, в тому числі і на автомобілі, що маневрують. Реакції на поперечно рухомий об'єкт, як це сталося у розглянутій ДТП, у системі не передбачено, що зменшує безпеку дорожнього руху. Вказана проблема потребує подальших досліджень.

Висновки

Сучасні автомобільні інформаційні системи спрямовані на забезпечення мультимедійних функцій, рішення навігаційних задач та надавання додаткових засобів безпеки та комфорту керування ТЗ. Концепція інтелектуального управління дозволить підвищити

ефективність як одиночного ТЗ, так і транспортної системи в цілому за рахунок об'єднання синергетичного підходу та новітніх досягнень телематики і мехатроніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.
2. Кір'янов О. Ф. Інформаційні технології на автомобільному транспорті : навч. посіб. / О. Ф. Кір'янов, М. М. Мороз, Ю. О. Бойко; КНУ. - Харків : Мадрид, 2015. - 270 с.
3. Vlasic B. Self-driving tesla was involved in fatal crash [Електронний ресурс] / B. Vlasic, N. Boudette // New York: U.S. Says, 2016. – Режим доступу: <https://www.nytimes.com/2016/07/01/business/self-driving-tesla-fatal-crash-investigation.html> (дата звернення 17.11.2017) – Назва з екрана.
4. Habib K. ODI resume. Automatic vehicle control systems / Kareem Habib. – Washington : NHTSA, 2017. – 13 р.

Секція 3

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ І ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ

ОСНОВИ РОЗПОДІЛЕННЯ ФУНКЦІЙ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ У МІСТАХ

Абрамова Л.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Вирішенню проблем організації дорожнього руху у країні був присвячений Перший міжнародний конгрес з питань реформування системи управління безпеки дорожнього руху (22-23 червня 2017 р., м. Київ), де у проекті Плану заходів щодо реалізації стратегії підвищення безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року серед першочергових завдань є планування заходів, які повинні бути направлені на впровадження систем управління безпекою дорожнього руху у містах країни.

Результати досліджень

Розроблено концепцію багаторівневості управління, що заснована на розподілі функцій систем управління структурно-складного об'єкта та складається з набору взаємозалежних підсистем - LSS (largescalesystem). Основними методами дослідження подібних систем є декомпозиція і агрегування [1], що дозволяє розглядати з єдиних позицій вулично-дорожню мережу різних розмірів з наявними варіантами ОДР.

Результат проведеного аналізу принципів функціонування систем управління дорожнім рухом та виявлення особливостей відомих діючих систем управління дорожнім рухом, надають змогу сформулювати концептуальний підхід до проектування розподілених систем управління для підвищення пропускної спроможності транспортної мережі та якості управління дорожнім рухом у містах, який полягає у наступному:

1) система управління дорожнім рухом повинна мати ієрархічну структуру із частковою децентралізацією управління, що буде сприяти виконанню задач управління у повному обсязі за рахунок формування на верхніх рівнях вимог та обмежень для задач нижчих рівнів;

2) структура системи повинна мати коректно сформовані рівні управління із відповідним математичним описом та технічними засобами для вирішення відповідних задач;

3) рівень прийняття рішень необхідно відокремити від центру управління та надати йому пріоритет по відношенню до інших рівнів;

4) методика проектування повинна враховувати різні режими функціонування системи управління (від локального управління до системного) при наявності показників ефективності дорожнього руху та/або якості управління, навіть коли вони знаходяться у протиріччі із загальними критеріями ефективності системи;

5) в процесі проектування необхідно враховувати ступінь невизначеності параметрів дорожнього руху шляхом визначення часових інтервалів їх зміни на підставі методів прогнозування;

6) наявність ознак багатопараметричності та багатокритеріальності у процесі дорожнього руху припускає існування сукупності методів управління, що впливають на розробку програмних продуктів, але сукупність технічного забезпечення (дорожні контролери, детектори транспорту, технічні засоби регулювання) залишається незмінною. Синтез функціональних та організаційних заходів має теоретичний характер, тому методологічні підходи до проектування повинні пов'язувати у систему технічне, математичне та організаційне забезпечення системи управління;

7) на підставі аналізу функцій систем управління та наявності динамічних властивостей зміни параметрів дорожнього руху необхідно розподілити методи автоматичного

регулювання (САР) та автоматичного управління (САУ) дорожнім рухом шляхом декомпозиції та агрегування за відповідними рівнями управління;

8) система управління дорожнім рухом повинна бути адаптованою до змін параметрів транспортних потоків у режимі реального часу, що визначає її тип як автоматичної системи та належність до інтелектуальних систем управління, але на початку функціонування в умовах невизначеності параметрів об'єкту управління та зовнішніх збурень мати ознаки робастної, що підкреслює актуальність методів синтезу робастних оптимальних систем на етапі проектування автоматизованих систем управління дорожнім рухом.

На підставі розробленої концепції наведемо чотири рівня управління, що були виділені (рис. 1) у ієрархічній структурі АСУДР [2].

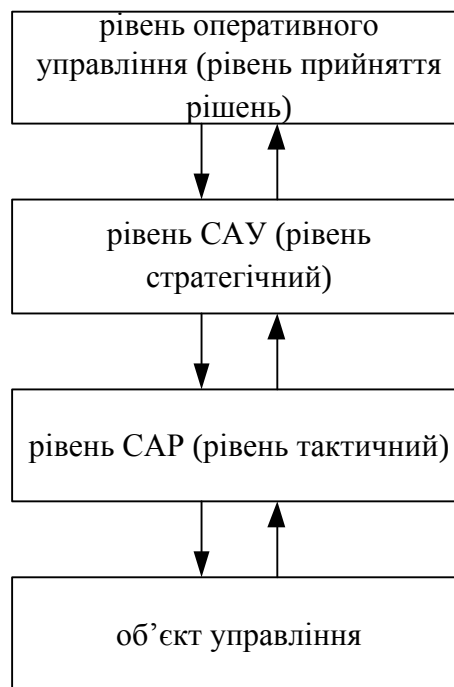


Рисунок 1 – Рівні управління в системах управління

Необхідно відмітити, що об'єкт управління, а саме дорожній рух, відноситься до структурно-складних об'єктів великої розмірності та може мати відмінність генеральних цілей управління від цілей функціонування елементів системи із урахуванням існуючих протиріч в моделях зміни параметрів ТП при зміні параметрів транспортної мережі міст.

Тоді рівень автоматичного регулювання (САР) розглядається як сукупність об'єкта регулювання і регулятора у ланцюзі зворотного зв'язку. Структурні елементи САР належать до класу SISO-систем (Single Input Single Output) із зосередженими постійними параметрами. Вплив середовища й неадекватності відповідних математичних моделей об'єкту управління призводять до того, що функціонування об'єкта відбувається в умовах невизначеності, що проявляється через неузгодженість керуючих впливів на дорожній рух.

САР застосовується для регулювання окремих параметрів об'єкту управління та забезпечує визначення відхилення регульованої величини, або стабілізації, або програмної зміни параметрів об'єкту відповідно із установками, що визначені на вищому рівні. В сучасних системах управління системи автоматичного регулювання існують як підсистеми автоматичного управління (САУ).

Рівень САУ відноситься до класу МІМО - систем (Multiple Input Multiple Output) та призначений для оптимізації параметрів управління, де потрібно враховувати «інтереси»

підлеглих оптимізатору підсистем. На цьому рівні повинні бути застосовані сучасні інформаційні та керуючі технології для узгодженого управління роботою локальних регуляторів нижчого рівня.

Рівень оперативного управління містить керуючий орган – колектив фахівців або особа, що приймає рішення (ОПР). На цьому рівні узагальнені цілі та задачі системи управління перетворюються у конкретні установки для нижчих рівнів управління. Даний процес належить до основ функціонування СУДР, тому ОПР повинен мати певний набір рішень щодо розподілу ресурсів системи та напрямку їх застосування для досягнення організаційних узгоджень і мети управління. Відмінності, що існують у типах рішень і складності проблем, що вирішуються, визначають процес прийняття рішень. Відомо [3], що складні системи управління мають 4 рівня прийняття рішень: рутинний, селективний, адаптаційний та інноваційний. Вибір кожного з них визначається окремими вимогами до завдань, що необхідно вирішити та їх пріоритет у процесі управління.

Кращий спосіб забезпечення ефективної роботи цього рівня – застосування «швидких моделей» для нижчих рівнів ієрархії й об'єкта управління. Кращі результати мають місце при повній автоматизації функцій оперативного управління й прийняття рішень, що обумовлено підвищеними вимогами до якості прийнятих рішень і обмеженнями на час рішення та нормальної роботи ОПР. При такому підході відбувається розподіл ресурсів управління між окремими підсистемами управління та прийняття рішень також і у позаштатних ситуаціях [4].

Висновки

Розроблено концептуальні підходи до проектування систем управління дорожнім рухом у містах на підставі визначення переваг розподілення керуючих функцій системи за ієрархічною структурою та визначеними рівнями: рівень прийняття рішень, стратегічний, тактичний та локального управління, що дозволяє ефективно розподілити ресурси управління за певними завданнями для досягнення мети функціонування системи. Синтез функціональних та організаційних заходів має теоретичний характер, тому методологічні підходи до проектування повинні поєднувати у систему технічне, математичне та програмне забезпечення системи управління. Застосування методів автоматичного регулювання на тактичному рівні, а методів автоматичного управління на стратегічному рівні доцільно та обґрунтовано. Відокремлення рівня прийняття рішень із відповідною системою підтримки прийняття рішень, дозволить підвищити швидкодію та якість управління дорожнім рухом. Такий підхід можливо реалізувати у системах із ієрархічною структурою, яка повинна бути адаптованою до змін параметрів транспортного потоку у режимі реального часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дербунович Л.В., Абрамова Л.С. Иерархические структуры систем управления дорожным движением // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Автоматика та приладобудування. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2008. - №31 – с.40 – 48.
2. Абрамова Л.С., Наглюк И.С. Концепция управления дорожным движением в городах // VII российско-германская конференция по безопасности дорожного движения. г. Санкт-Петербург, 6-7 июня 2014г.
3. Вудкок М., Френсис Д. Раскрепощенный менеджер. Для руководителя – практика: Пер. с англ. – М.: «Дело», 1991. – 320 с.
4. Абрамова Л.С., Капинус С.В. Структуры систем поддержки принятия решений в АСУДД // Материалы науч.-технич. конф. с международным участием «Транспорт, экология – устойчивое развитие», г. Варна, Болгария 2012. с. 282-287.

ДО ПИТАННЯ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ СХЕМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АВТОМОБІЛЯ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Грицук І. В.¹, Волков В. П.², Грицук Ю. В.³, Волков Ю. В.²

¹Херсонська державна морська академія, Україна,

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

³Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Україна

ВСТУП

В процесі проведення синтезу і аналізу, формування можливих варіантів схем інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації в частинах забезпечення виконання: ідентифікації транспортного засобу (ТЗ), збирання даних про технічний стан ТЗ, проведення моніторингу і прогнозування параметрів технічного стану ТЗ, ідентифікації умов експлуатації ТЗ, діагностування стану ТЗ, перевірки відповідності стану ТЗ, було використано морфологічний (структурний) аналіз [1 - 7].

Результати досліджень

Особливість зазначеного аналізу полягає в тому, що в досліджуємі системі «Автомобіль – Водій (Людина) - Умови експлуатації – Інфраструктура експлуатації автомобіля (Транспортна і Автомобільних доріг)» (АВУІТА) для формування основної морфологічної формули інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації виділяються декілька характерних для неї основних характеристик функціональних елементів - морфологічних ознак, за кожною з котрих було попередньо складено максимально повний перелік різних відповідних варіантів (альтернатив) технічного вираження наведених ознак. Для кожної морфологічної ознаки наводяться характерні властивості класифікацій, особливостей конструкції автомобіля, складових системи моніторингу, умов експлуатації тощо, від яких залежить вирішення задачі дослідження і досягнення основної мети функціонування системи АВУІТА в умовах експлуатації. Для зручнішого використання морфологічні ознаки інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації розташовують у вигляді морфологічної матриці. Для кожного з функціональних елементів інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації, для адаптації умов експлуатації за особливими властивостями до ТЗ, основні морфологічні ознаки, від яких залежить досягнення поставленої мети, доречно зводити в морфологічну таблицю.

Більшість завдань в процесі удосконалення методів оперативного управління працездатності автомобіля, які вирішують технічні служби експлуатації ТЗ, мають інформаційну складову оцінювання: дорожніх умов експлуатації ТЗ в частині висоти дороги над рівнем моря, прокольного профілю (рельєфу місцевості), типу і стану дорожнього покриття; ремонту, будівництва і обслуговування об'єктів дорожньої інфраструктури; їх моніторинг; прогнозування можливих аварійних ситуацій, транспортних умов в частині насиченості і інтенсивності руху ТЗ, особливостей вантажу, режиму і швидкості руху; атмосферно-кліматичних умов, культури експлуатації ТЗ тощо. Перераховані та подібні їм завдання поки в основному вирішуються застарілими методами, які вже не забезпечують необхідної якості і ефективності. Така ситуація ускладнює завдання керування класифікацією умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ITS.

В морфологічній матриці [3, 5, 7] схем інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації для функціонального елемента «Автомобіль (ТЗ)» виділено 12 ознак, причому для класифікаційного елемента «легковий автомобіль» додатково виділено 4 ознаки, для класифікаційного елемента «автобус» - 1; для класифікаційного елемента «вантажний автомобіль» - 2 ознаки. Для функціонального елемента «Двигун автомобіля (ТЗ)» виділені 4 ознаки. Для функціонального елемента «Оснащення ТЗ інформаційно-

комунікаційним обладнанням» - 3 ознаки. Для функціонального елемента «Зовнішні мережі» 1 ознака в 4-х варіантах. Для функціонального елемента «Моніторингу стану ТЗ і умов експлуатації» також виділені 3 ознаки. Для кожної з 23 морфологічної ознак системи вибрано основні варіанти їх реалізації (від 2 до 10). Зміна конструктивного вираження конкретного варіанту будь якої з 23 ознак формує нову схему забезпечення інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації.

У відповідності до зазначеного в [4, 7, 8], метод дослідження, оснований на морфології складових об'єктів системи моніторингу, дозволяє системно аналізувати різні структури об'єкту – системи моніторингу, що впливають із закономірностей їх будови. Кількість можливих схем інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації у випадку використання створеної морфологічної матриці складає:

- для легкового автомобіля (ТЗ): $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 4,749 \cdot 10^{13}$;

- для автобусу: $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 1,691 \cdot 10^{12}$;

- для вантажного автомобіля (ТЗ): $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 2,368 \cdot 10^{13}$,

а для одного варіанту ТЗ при використанні морфологічної матриці в частині оснащення ТЗ інформаційно-комунікаційним обладнанням, зовнішніх мереж і моніторингу стану ТЗ і умов експлуатації: $N_I = 768$. Крім цього, для аналогічного варіанта при додатковому використанні морфологічної матриці в частині двигун автомобіля (ТЗ): $N_{II} = 12288$. Так, схема інформаційної системи моніторингу для ТЗ KIA CEE'D 2.0 5MT2 з інжекторним бензиновим двигуном в умовах експлуатації включає такі сполучення визначених ознак:

$$\left[\begin{array}{l} (X_{11}; X_{21}; X_{31}; X_{41}; (X_{4112} + X_{4123} + X_{4131} + X_{4143}); \\ X_{54}; ; X_{61}; X_{71}; X_{81}; X_{91}; X_{10\ 1}; X_{11\ 1}; X_{12\ 2}) + (X_{13\ 1}; X_{14\ 2}; X_{15\ 2}; X_{16\ 1}) \\ + (X_{17\ 2}; X_{18\ 2}; X_{19\ 2}) + (X_{20\ 3}) + (X_{21\ 3}; X_{22\ 4}; X_{23\ 5}); \end{array} \right] \quad (1)$$

Висновки

Таким чином, при формуванні можливих варіантів інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації кожна з виділених схем розглядається як дієвий спосіб забезпечення її дієвості для ТЗ, які на сьогодні складають основу існуючого парку легкових, вантажних ТЗ і автобусів України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грицук І.В. Концепція забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів в умовах експлуатації.: автореф. дис... докт. техн. наук: 05.22.20 / Грицук Ігор Валерійович; Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – Харків, 2016. – 40с.
2. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем. – К.: – Тернопіль. – 1987. – 310 с.
3. Одрин В.М., Картавов С.С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических матриц. - К.: Наукова думка. – 1977. – 183с.
4. Учитель, Ю.Г. Разработка управленческих решений /Ю.Г. Учитель, А.И. Терновой, К.И. Терновой / М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 383 с.
5. Матейчик В. П. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів / В. П. Матейчик // Вісник НТУ“ХП” №7(т.2). – Харків, НТУ ”ХП”. –2002. – С.162-167.
6. Одрин В. М. Метод морфологического анализа технических систем / В. М. Одрин / М.: ВНИИПИ, 1989 – 314 с.
7. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Грищук, М. П. Цюман // К.: НТУ, 2014. – 168.
8. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монографія / Н.Я.Говорущенко. Харьков: ХНАДУ, 2011. – 292 с.

ДАТЧИКИ КУТА ПОВОРОТУ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Дзюбенко О. А.¹, Hudak O.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Technical University Kosice, Faculty of Aerodynamics, Словацька Республіка

ВСТУП

Сучасний автомобіль має велику кількість електромеханічних вузлів і систем, задачі яких полягають у визначенні управляючого впливу, визначенні поточного стану обертювх вузлів, позиціюванні механізмів і т.і. До таких систем відносяться: електронна система управління двигуном, системи регулювання фар, дзеркал, сидінь водія і пасажирів, система регулювання висоти підвіски, анти блокувальна система. При роботі даних систем постійно вирішується задача визначення позиції рухомого механізму у відносному або абсолютному значенні. Тому дослідження різних типів датчиків кута повороту є актуальною задачею при розробці систем управління автомобіля.

За принципом роботи поворотні механізми можна розділити на ті, що роблять обертальні рухи в одному напрямку, обертальні рухи з реверсом і неповний оберт в заданому кутовому діапазоні, відповідно, і задачі визначення кутового положення мають різні рішення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методи та засоби визначення кута повороту механізму.

В найпростішому випадку для вимірювання частоти обертання та кутового положення механізму, що робить обертальні рухи в одному напрямку, використовують спеціальний диск синхронізації з одним або двома датчиками індуктивного типу або Хола (рис.1.) [1]. Такий метод відносно простий і недорогий, однак його точність залежить від кількості міток на диску синхронізації і від швидкості обертання, крім того, для того щоб почати визначати кутове положення диск має зробити повний оберт до мітки, що відповідає початковому положенню. В автомобілі такий метод використовується в системі управління двигуном для визначення кута повороту колінчастого валу та в антиблокувальній гальмівній системі для визначення швидкості обертання коліс.

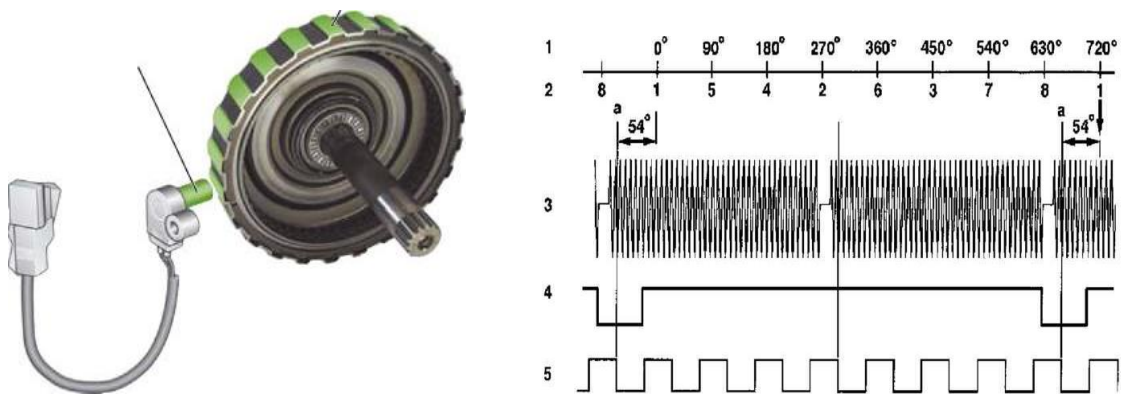


Рисунок 1 – Диск синхронізації з датчиком кутового положення

Для механізмів, що роблять неповний поворот в заданому секторі використовують резистивні датчики [1], які представляють собою лінійний змінний поворотний резистор (рис.2.). Вал датчика кріпиться до вісі обертання, а статор до нерухомої частини корпусу, при повороті валу резистор змінює свій опір, значення якого відповідає певному куту повороту механізму. Недоліком резистивних датчиків є їх недовговічність, механічне тертя рухомого контакту по резистивному матеріалу призводить до його зносу.

В системах автоматизації в якості датчиків кута повороту використовують енкодери. Енкодери поділяються на інкрементальні і абсолютні, які можуть досягати дуже високої точності. Абсолютні енкодери в свою чергу можуть бути як оптичні, так і магнітні і можуть працювати через шинні інтерфейси [2.3]. Вони безумовно відповідають таким вимогам, як точність, надійність, підвищена зносостійкість протягом тривалого періоду експлуатації.

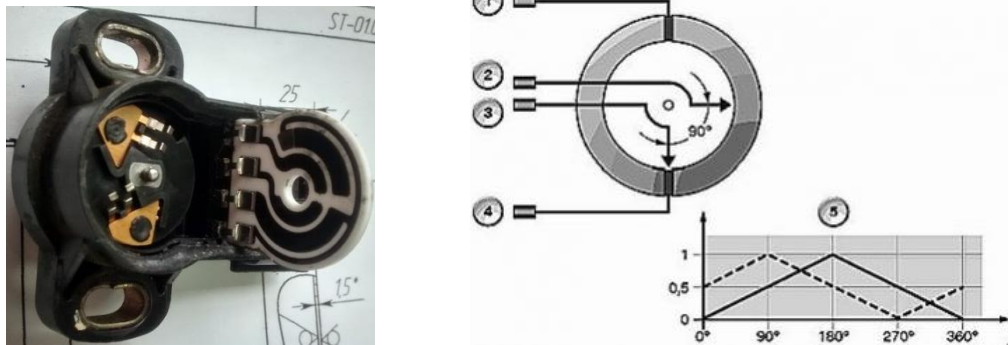


Рисунок 2 – Резистивний датчик кутового положення

Інкрементальні енкодери призначені для визначення швидкості обертання і кута повороту обертових об'єктів. Вони генерують послідовний імпульсний цифровий код, що містить інформацію щодо кута повороту об'єкта (рис.3.). Якщо вал зупиняється, то зупиняється і передача імпульсів. Основним робочим параметром датчика є кількість імпульсів за один оберт. Миттєву величину кута повороту об'єкта визначають за допомогою підрахунку імпульсів від старту. Для обчислення кутової швидкості об'єкта процесор в тахометрі виконує диференціювання кількості імпульсів у часі, таким чином показуючи відразу величину швидкості, тобто число обертів за хвилину. Вихідний сигнал має два канали, в яких ідентичні послідовності імпульсів зрушені на 90° відносно один одного, що дозволяє визначати напрямок обертання. Є також цифровий вихід нульової мітки, який дозволяє завжди розрахувати абсолютне положення вала.

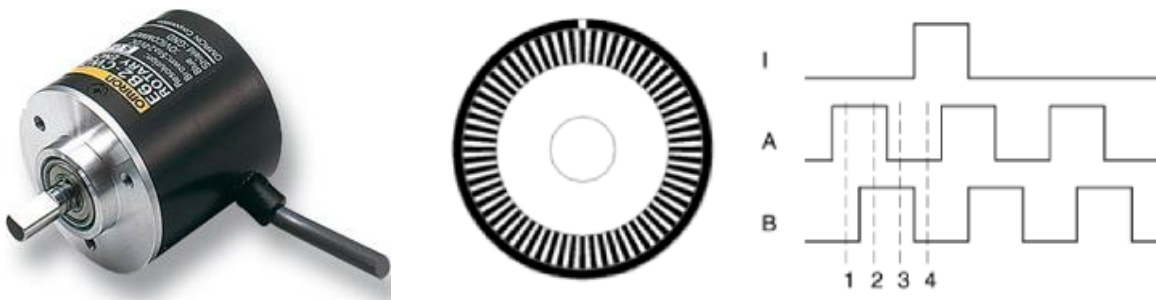


Рисунок 3 – Робота інкрементального енкодера

Абсолютний енкодер має диск переривання з концентричними вікнами на різних радіусах, відносні розміри яких визначаються двійковим кодом, і які зчитуються одночасно, даючи вихідний сигнал у вигляді коду для кожної кутової позиції (код Грея, бінарний код). В даному випадку є можливість отримувати дані про миттєве положення вала без цифрового лічильника або повернення до вихідного положення, так як на виході є кодоване слово - «n bit», захищене від електричних шумів. Абсолютні енкодери, як оптичні, так і магнітні мають своєю основною робочою характеристикою число кроків, тобто унікальних кодів на оберт і кількість таких обертів [4].

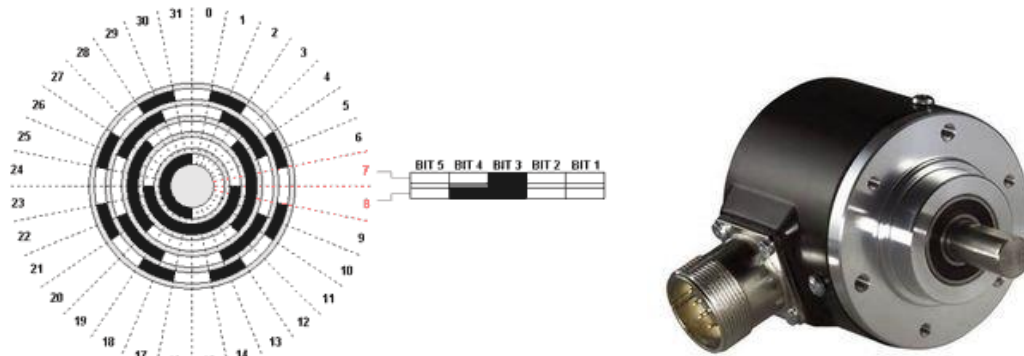


Рисунок 4 – Робота абсолютного енкодера

Найбільш поширені типи виходів сигналу - це паралельний код, інтерфейси Profibus-DP, CANopen, DeviceNet, SSI, LWL, через які також здійснюється програмування датчиків. Представлені датчики мають високою роздільною здатністю аж до 36 біт. при цьому не потрібна первинна установка і ініціалізація датчика.

Енкодери не отримали широкого застосування в автомобільних системах управління, вони мають відносно великі габарити, більш складну конструкцію і велику вартість.

Для задач визначення кута повороту механізму, що діє в обмеженому секторі, де розмір датчика має значення, сьогодні набувають популярності анізотропні магніторезистивні (AMP) датчики. AMP-датчики характеризуються високою чутливістю, забезпечують високі рівні первинного сигналу, широкий робочий температурний діапазон, міцність, надійність і точність роботи. Крім того, вони відрізняються малим зміщенням і значною нечутливістю до магнітних і механічних допусків, що використовується для створення різноманітних датчиків різних сфер застосування, зокрема, для автоелектроніки, промисловості і навігаційних систем.

Принцип дії AMP-датчиків заснований на застосуванні анізотропного магнітного ефекту, тобто на здатності магніторезистивного матеріалу, наприклад пермалоевої (NiFe) плівки, змінювати опір в залежності від взаємної орієнтації протікаючого струму і вектора намагніченості магнітних доменів плівки [5]. Зовнішнє магнітне поле повертає вектор намагніченості плівки на кут α . При цьому опір плівки змінюється: кутку $\alpha = 90^\circ$ відповідає мінімальний опір плівки, кутку $\alpha = 0$ – максимальне значення опору.

Принцип вимірювання кутового положення показаний на рис. 5. На торці вала кріпиться дипольний магніт. При повороті магнітного вектора на кут α змінюється опір і вихідна напруга датчика, по зміні якого можна визначити кут повороту вала і напрямок (в межах $\pm 45^\circ$).

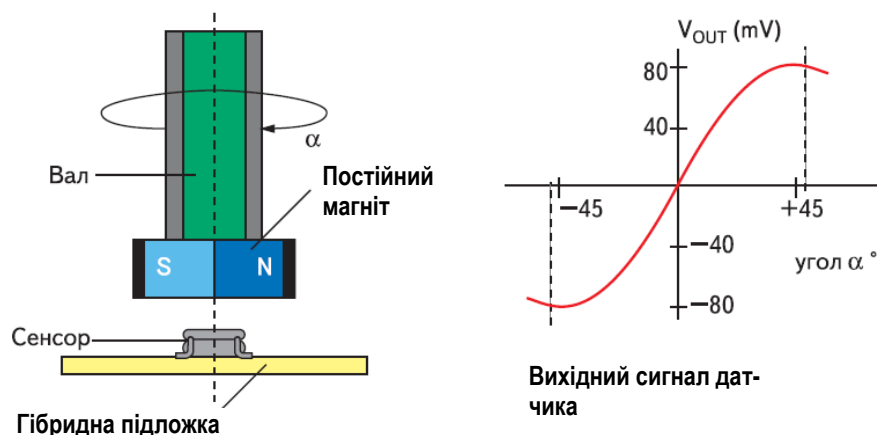


Рисунок 5 – Вимірювання кутового положення за допомогою AMP-датчика

Для того щоб вимірювати кут повороту в межах $\pm 90^\circ$, об'єднують два датчика, зміщених один відносно одного на 45° . Даний принцип пояснюється на рис. 6.

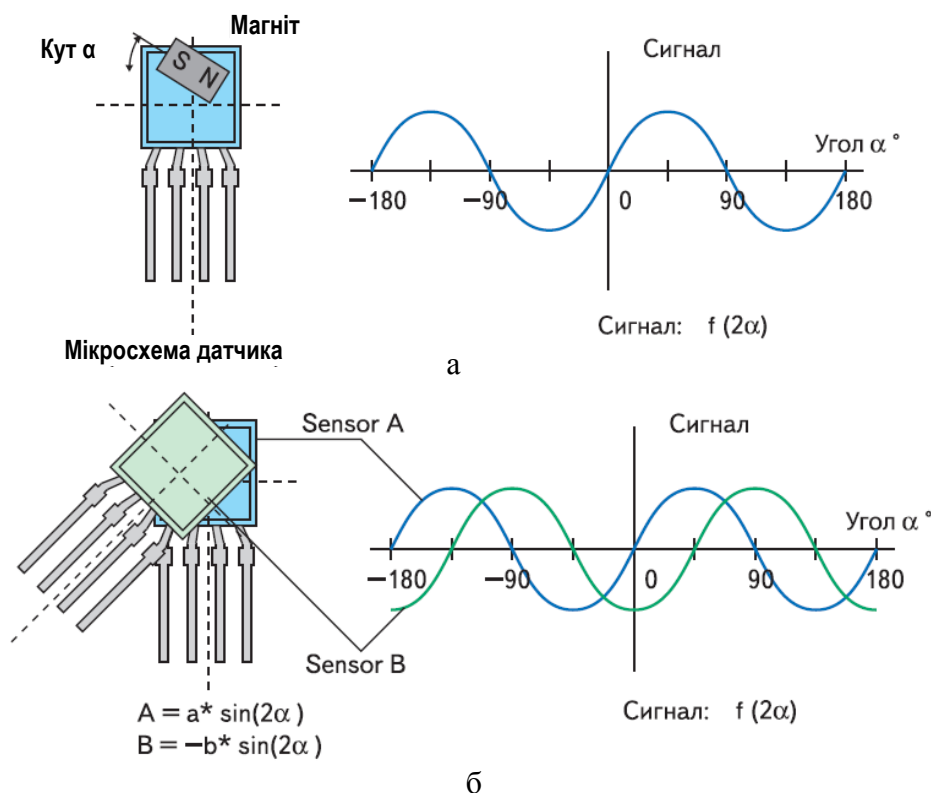


Рисунок 6 – Вимірювання кута: а – $\pm 45^\circ$; б – $\pm 90^\circ$

АМР-датчики використовуються в системах автомобільної електроніки для вимірювання кутів повороту дросельної заслінки, педалі газу, положення сидінь, коректора фар, висоти підйому кузова, положення ротора електроприводу.

ВИСНОВКИ

Аналіз методів та засобів визначення кута повороту механізму показав, що для автомобільного призначення найбільш підходящими є інкрементальний метод зі встановленням диску синхронізації та цифрового датчика Хола для механізмів що роблять повно обертовий рух, та використання АМР-датчиків для механізмів, що працюють в обмеженому секторі кута повороту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Литвиненко В. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / В. Литвиненко, А. Майструк // М.: «За Рулем». – 176 с.
2. Карман А. Датчики угла поворота / А. Карман, А. Кожемяка, А. Троцкий // [Електронний ресурс] / Мир Автоматизации. – Киев., декабрь 2009. – №6. – С. 22-26. – Режим доступу: <http://www.micropribor.com.ua/upload/article/pdf/62009.pdf>
3. Датчики угла поворота – энкодеры, датчики угла наклона – инклинометры // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.germany-electric.ru/1>
4. Энкодеры - датчики угла поворота // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://electricalschool.info/spravochnik/apparaty/1765-jenkodery-datchiki-ugla-povorota.html>
5. Борисов А. Современные АМР-датчики для детектирования скорости, положения и слабых магнитных полей // [Електронний ресурс]. – Компоненты и технологии. – К., 2006. – №7. – Режим доступу: http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2006_7_56.php.

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЗНАЧЕНЬ ДОСЛІДЖУВАНОЇ ВЕЛИЧИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНОГО ЗГЛАДЖУВАННЯ МЕТОДОМ БРАУНА

Козачок Л.М.¹, Козачок А.Є.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Харківський національний технічний університет НТУ «ХПІ», Україна

ВСТУП

В останні роки велика увага приділяється вивченню рядів динаміки часових показників. Безліч математичних задач потребують дослідження статистичних даних, що характеризують фізичні, математичні, технічні або економічні процеси, у формі часових рядів.

При аналізі останніх основна увага приділяється дослідженню або моделюванню їх структури. Результатом математичного моделювання часових рядів є математична модель, яка знаходиться аналітичними або алгоритмічними методами. Побудована модель дає можливість екстраполювати статистичні дані, а згодом прогнозувати значення часового ряду на наступні моменти часу. Інструментом прогнозу при адаптивному алгоритмічному методі служить модель, первісна оцінка параметрів якої ґрунтується на даних базового (вихідного) часового ряду. На основі нових даних, одержуваних на кожному наступному кроці, відбувається коригування параметрів моделі у часі і адаптація до нових, безперервно мінливих умов, розвитку досліджуваного процесу.

Таким чином, модель використовує нову інформацію, яка з'являється з часом, і пристосовується до неї. Адаптивні моделі ізольованих рядів при всій їх простоті можуть давати більш надійні результати, ніж складні системи рівнянь, що описують процес. Так, при істотній перебудові деякого процесу, представленого часовим рядом, (наприклад, під впливом науково-технічного прогресу, при отриманні нових даних про досліджувану величину і т.п.) модель з постійними параметрами буде екстраполювати істотно застарілі залежності. Адаптивна модель у таких же умовах перманентно пристосовується до уваги цих змін.

Результати досліджень

Для обчислення значень часового ряду у майбутні моменти часу треба визначити функціональну залежність, яка відображає зв'язок між минулими та майбутніми значеннями цього ряду

$$y(t) = F(y(t-k), y(t-k-1), y(t-k-2), \dots) + \varepsilon_t$$

Така функціональна залежність відображає наявність не випадкової складової, яка дуже часто називається тренд, періодичної складової та випадкової складової.

Тренд можна знайти за допомогою алгоритмічних методів. Один із них – згладжування часового ряду, у тому числі і за допомогою експоненціальної середньої.

Якщо для прогнозування часового ряду, що має яскраво виражену лінійну тенденцію, використовувати підхід, який спирається на модель експоненціального згладжування, то модель, як правило, буде давати змішані прогнози, тобто мати систематичну помилку. Для таких часових рядів доцільно використовувати моделі лінійного росту, в яких процедури експоненціального згладжування підлягають оцінці коефіцієнтів адаптивної моделі.

У цих моделях прогноз може бути отриманий за допомогою наступного виразу:

$$y_p(t, k) = a_0(t) + a_1(t)k$$

де $a_0(t), a_1(t)$ – поточні оцінки коефіцієнтів, k – час попередження прогнозу.

Розглянемо одну із таких моделей – модель Брауна. Результатом проведеної роботи є алгоритмізація та програмна реалізація процесу побудови адаптивної моделі Брауна для експериментально отриманих статистичних значень досліджуваної величини, які являють собою часовий ряд. Цей часовий ряд складається із значень досліджуваної величини відповідно певним моментам часу $y(t) = y_t$, ці значення називаються рівнями часового ряду.

Розглянемо алгоритм побудови лінійної адаптивної моделі Брауна:

1. За першими п'ятьма точками часового ряду оцінимо початкові значення параметрів моделі a_0 та a_1 за допомогою методу найменших квадратів для лінійної апроксимації побудови прогнозних даних $y_p(t)$

$$y_p(t) = a_0 + a_1 \cdot t$$

2. Використовуючи параметри a_0 та a_1 за моделлю Брауна знаходимо прогноз значення часового ряду на один крок ($k=1$):

$$y_p(t, k) = a_0(t) + a_1(t) \cdot k,$$

t – момент початку прогнозування,

k – інтервал упередження.

3. Отримане значення порівнюємо із фактичним та обчислюємо величину помилки

$$e(t+1) = y_p(t, 1) - y(t+1)$$

4. На наступному кроці відповідно до цієї величини коригуються параметри моделі a_0 і a_1 , зкориговані параметри використовуються для подальшого прогнозу. У моделі Брауна їх знаходять за формулами

$$a_0(t) = a_0(t-1) + a_1(t-1) + (1-\beta)^2 e(t)$$

$$a_1(t) = a_1(t-1) + (1-\beta)^2 e(t),$$

де β - коефіцієнт, що змінюється від 1 до 0, та $\beta = 1 - \alpha$ (α – коефіцієнт згладжування).

5. Далі, обчислюючи коефіцієнти за моделлю, знаходимо прогноз на наступний момент часу.

Якщо $t < N$, то переходимо до 3 пункту, у іншому випадку, коли $t = N$, модель можна використовувати для прогнозування.

Прогнозування здійснюється за основною формулою, в яку підставляються значення параметрів $a_0(t)$ та $a_1(t)$, отримані на момент часу, у який надано останнє значення часового ряду, тобто параметри, отримані при останній ітерації циклічного процесу побудови моделі Брауна, а значення k буде інтервалом часу прогнозу від моменту часу надання останнього фактичного значення часового ряду.

Проведемо згладжування ряду за методом експоненціального згладжування Брауна для того, щоб виявити тенденцію спостережуваного ряду у тому числі для подальшого застосування методів прогнозування. Використовуючи метод Брауна, ми застосовуємо алгоритмічний метод згладжування часового ряду, його значення вирівнюються за допомогою значень сусідніх рівнів часового ряду, а параметри моделі коригуються на кожному ітераційному кроці алгоритмічного методу Брауна з використанням значень часового ряду наступного моменту часу.

Спочатку за параметр згладжування візьмемо $\alpha = 0.3$, потім оптимізуємо функцію помилки оцінки, аргументом якої є параметр згладжування, і те значення параметра α , при якому помилка мінімальна, і будемо використовувати для згладжування.

Результати, отримані при оптимальному параметрі згладжування $\alpha = 0,378$, показують задовільну відповідність між згладженими значеннями часового ряду та значеннями, що спостерігаються.

$$\underline{\alpha} := 0.3$$

$\underline{R}(\alpha) := \begin{array}{l} S \leftarrow 0 \\ ik \leftarrow 22 \\ yb_1 \leftarrow Y \\ p \leftarrow yb_1 - y_1 \\ S \leftarrow S + p^2 \\ \text{for } i \in 1..ik - 1 \\ \quad yb_{i+1} \leftarrow \alpha \cdot y_i + (1 - \alpha) \cdot yb_i \\ \quad p \leftarrow y_{i+1} - yb_{i+1} \\ \quad S \leftarrow S + p^2 \\ S \end{array}$	$yb_i := \begin{array}{l} ik \leftarrow 22 \\ yb_1 \leftarrow Y \\ \text{for } i \in 1..ik - 1 \\ \quad yb_{i+1} \leftarrow \alpha \cdot y_i + (1 - \alpha) \cdot yb_i \\ yb_i \end{array}$
---	---

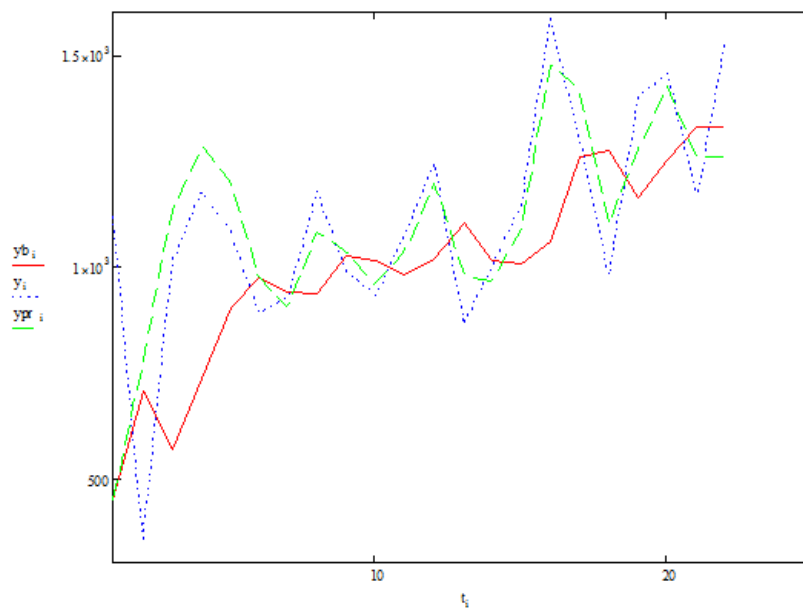
$$\sigma := \sqrt{R(\alpha) \div 22_6}$$

$$R(\alpha) = 1.796 \times 10^6$$

$$\underline{\alpha} := \text{Minimize}(R, \alpha)$$

$$\alpha = 0.378$$

$$\sigma = 282.752$$



де y_i - експериментальні значення показника,

ypr_i - значення, отримані моделюванням часового ряду методом Хольта,

yb_i - значення, отримані моделюванням часового ряду методом Брауна.

Висновки

У ході написання роботи досліджено та програмно реалізовано алгоритм побудови адаптивної моделі часового ряду методом Брауна, ряд експериментально отриманих значень піддався процедурі згладжування, а отримані значення досліджуваної величини най-

більш явно відображають усі складові часового ряду, а саме не випадкову складову, періодичні коливання та випадкову складову. Адаптивні моделі часових рядів більш оптимальні при дуже відрізняючихся значеннях часових рядів при зміні моментів часу, так як вони спираються на останні рівні ряду та враховують зміни впливів на значення ряду, а тому дуже важливі при короткостроковому прогнозуванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ефимова М. Р. Общая теория статистики / М. Р. Ефимова, Е. В. Петрова, В. Н. Румянцев. – М.: Инфра-Н, 2000. – 127 с.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г.М. Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж. Бокс, Г.М. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 406 с.
3. Brown R.G. Smoothing forecasting and prediction of discrete time series / R.Brown. – N.Y., 1963.
4. Brown R.G., Meyer R.F. The fundamental theorem of exponential smoothing / R.Brown // Oper. Res. - 1961. - Vol.9. - № 5.
5. Ф. А. Новиков Дискретная математика для программистов / Ф.А. Новиков. – Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 304 с.

ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦИИ, СВОДИМЫХ К ЗАДАЧЕ КОММИВОЯЖЕРА

Маций О. Б.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

ВВЕДЕНИЕ

К широкому спектру моделей транспортной логистики относятся модели оптимизации замкнутых маршрутов (модели маршрутизации), которые содержат ряд условий и ограничений, присущих реальному процессу перемещения объектов на плоскости или в пространстве. Поэтому задачи маршрутизации занимают ключевое место в экономически обоснованном принятии решений, ускоряющих выполнение транспортных работ. Условия этих задач пересекаются с классической задачей маршрутизации (VRP – Vehicle Routing Problem), сформулированной Данцигом и Рамсером [1].

Класс задач маршрутизации, сводимых к задаче коммивояжера

В VRP рассматривается n потребителей i , каждому из которых нужно доставить однородный груз в заданном количестве d_i с единственной базы 0, используя K транспортных средств (ТС) одинаковой вместимости S . Каждый потребитель обслуживается только одним ТС, выполняющим замкнутый маршрут с началом в базе. Задана стоимость d_{ij} перевозки из пункта i в пункт j , $i \in N \cup \{n+1\}$, $|N| = n$, не зависящая от объема (веса) груза, причем $d_{ij} = d_{ji}$. Допустимое решение VRP состоит в разбиении множества N на K подмножеств, представленных перестановками σ_k . Перестановка σ_k определяет последовательность доставки грузов каждому потребителю и удовлетворяет условию $\sum_{i \in \sigma_k} d_i \leq S$. Оптимальное решение VRP минимизирует $\sum_{k=1}^K \sum_{i,j \in \sigma_k} d_{ij}$. Оно находится в полном графе с $n+1$ вершинами, соответствующими n пунктам потребления и базе, и ребрами с весами, равными d_{ij} [2, 3].

Если в VRP все потребители обслуживаются одним ТС, то $K = 1$ и $\sum_{i=1}^n d_i \leq S$. В этом случае VRP формулируется как задача коммивояжера (ЗК): требуется найти простой цикл, включающий все $n+1$ вершин полного графа и доставляющий минимум транспортных затрат.

Одна из распространенных постановок ЗК состоит в том, что известны расстояния d_{ij} между каждой парой городов i и j , $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, и требуется найти такую последовательность городов $(\pi[1], \pi[2], \dots, \pi[i], \dots, \pi[n])$, для которой минимальна величина

$$\sum_{i=1}^{n-1} d_{\pi[i]\pi[i+1]} + d_{\pi[n]\pi[1]} \quad (1)$$

Эта величина равна длине кратчайшего маршрута (обхода), начинающегося в городе $\pi[1]$, поочередно проходящего по всем городам и заканчивающегося в $\pi[1]$ после посещения $\pi[n]$.

ЗК, в которой $d_{ij} = d_{ji}$ для каждой пары городов $\{i, j\}$, называется симметричной ЗК (СЗК) [3, 4, 5].

ЗК и СЗК являются NP-полными в сильном смысле проблемами. Они относятся к основным задачам комбинаторной оптимизации и, образуя непрерывно пополняемое множество приложений и обобщений, остаются актуальной темой исследований [4, 6, 7].

Пусть в полном графе с $n + 1$ вершинами каждому ребру приписан нулевой вес (все маршруты доставки в VRP имеют одинаковую стоимость), но определена плата за использование каждой единицы ТС. Эта плата фиксирована для всех ТС одинаковой вместимости. Здесь требуется найти минимальное число ТС, обеспечивающее перевозку n грузов d_i .

Поставленная задача, известная как задача об упаковке в контейнеры, NP-полна в сильном смысле. Так как VRP включает условия СЗК и задачи об упаковке, то мало надежды на построение точного решения VRP эффективными алгоритмами [3]. Кроме того, ограничение $\sum_{i=1}^n d_i \leq KS$ при заданном $K > 2$ не является достаточным условием существования допустимого решения VRP.

Класс задач маршрутизации, сводимых к ЗК, включает задачу о кране [8, 9]. В ней задан смешанный граф (V, U, A) , в котором множество вершин V , множество дуг A и множество ребер U образуют модель транспортной сети. Известна матрица расстояний d_{ij} , определенная на ее ребрах и дугах. Дуга сети соответствует переносу груза с одного места на другое, а ребро – перемещению крана без груза. Требуется найти такой маршрут крана, который бы проходил по всем дугам сети и имел минимальную длину. Задача о кране сводится к ЗК, если положить длины всех дуг, равными 0, а каждую пару вершин, связанных дугой, объединить в одну вершину.

На сегодняшний день известно несколько прикладных версий VRP. К ним относится, например, задача о школьном автобусе (SBRP – School Bus Routing Problem), которая имеет следующую формулировку. Школа располагает парком одинаковых ТС вместимости S , предназначенных для доставки каждого ученика i к месту его проживания по окончании занятий, $i = \overline{1, n}$, $n = |N|$. Школе присвоен номер 0. Известны время проезда t_{ij} от пункта i в пункт j , $i, j \in \{0\} \cup N$ и стоимость проезда d_{ij} . Каждое ТС должно вернуться в пункт 0 за время, не превосходящее T [1].

В SBRP требуется найти булевы переменные x_{ij} , $i, j \in \{0\} \cup N$, и такое количество K ТС, что пункт 0 является началом (концом) маршрута каждого ТС:

$$\sum_{i=1}^n x_{i0} = \sum_{i=1}^n x_{0i} = k; \quad (2)$$

любой пункт доставки i входит в единственный маршрут $i \in N$:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = \sum_{i=1}^n x_{ji} = 1; \quad j \in N; \quad (3)$$

не существует маршрутов, включающих только пункты доставки:

$$\sum_{\substack{i, j \in U \\ U \subset N}} x_{ij} < |U|; \quad (4)$$

маршрут ТС $(0, i[1], i[2], \dots, i[j], \dots, i[r], 0)$, $i[j] \in N$ удовлетворяет условию

вместимости:

$$\sum_{j=1}^{\tau-1} x_{i[j], i[j+1]} = \tau - 1 \leq S - 1 \quad (5)$$

и ограничению по времени его выполнения:

$$t_{0i[1]} + \sum_{j=1}^{r-1} t_{i[j], i[j+1]} + t_{i[\tau]0} \leq T. \quad (6)$$

Целевая функция SBRP имеет вид:

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n d_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (7)$$

Очевидно, в SBRP $d_i = 1$, $i = \overline{1, n}$, вместо $d_i \in Z^+$ в VRP, а количество ТС $= K = \lceil n / S \rceil$, Z^+ – множество целых положительных чисел. Если в SBRP стоимость d_{ij} и время t_{ij} перемещения ТС из i -го пункта в j -й линейно зависимы и $d_{ij} = 0$, когда $t_{ij} = 0$, то (7) можно заменить на целевую функцию

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (8)$$

используя исходные данные d_{ij} , $i, j \in \{0\} \cup N$ как вспомогательные, для экономической оценки построенного решения.

Требование $d_i = 1$, $i = \overline{1, n}$, в значительной степени упрощает поиск (7). Ограничение по загрузке ТС приобретает вид неравенства $k \leq \lceil n / S \rceil$, которое является как необходимым так и достаточным условием существования допустимого решения задачи.

Если положить в (5) и (1.8) $r = n$, то SBRP оказывается ЗК на множестве вершин $\{0\} \cup N$, $|N| = n$, транспортной сети, задаваемой полным графом.

Выводы

Очевидная особенность, объединяющая рассмотренный список задач маршрутизации, заключается в том, что они формулируются как обобщения или варианты NP-полной ЗК с ограничениями, которые сужают область допустимых решений. Самые сильные из ограничений становятся недостаточными условиями разрешимости, стимулируя интерес к исследованию задач комбинаторной оптимизации, связанных с ЗК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бронштейн Е.М. Детерминированные оптимизационные задачи транспортной логистики / Е. М. Бронштейн, Т. А. Зайко // Автоматика и телемеханика. – 2010. – № 10. – С. 133–147.

2. Емец О. А. Транспортные задачи на перестановках: свойства оценок в методе ветвей и границ / О. А. Емец, Т. А. Парфенова // Кибернетика и системный анализ. – 2010. – № 6. – С. 106–112.
3. Алгоритм для решения задачи коммивояжера / Д. Ж. Литтл, К. Мурти, Д. Суини, К. Кэрел // Экономика и математические методы. – 1965. – Т. 1, вып. 1. – С. 90–107.
4. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. – М.: Мир, 1982. – 416 с.
5. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Э. Майника – М.: Мир, 1981. – 323 с.
6. Панишев А. В. Модели и методы оптимизации в проблеме коммивояжера / А. В. Панишев, Д. Д. Плечистый. – Житомир: ЖГТУ, 2006. – 300 с.
7. Панішев А. В. Вступ до теорії складності дискретних задач / А. В. Панішев, О. М. Данильченко, В. О. Скачков. – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 326 с.
8. Бронштейн Е.М. Детерминированные оптимизационные задачи транспортной логистики / Е. М. Бронштейн, Т. А. Зайко // Автоматика и телемеханика. – 2010. – №10. – С. 133–147.
9. Резер С. М. Математические методы оптимального планирования в транспортных системах / С. М. Резер, С. Е. Ловецкий, И. И. Меламед. – М.: Итоги науки и техники, серия «Организация управления транспортом», 1990. – 171 с.

СУЧАСНИЙ КОМП'ЮТЕРНИЙ ІНЖИНІРИНГ: ІНВАРІАНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Ніконов О. Я.¹, Аврамов К. В.², Успенський Б. В.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного
Національної академії наук України

ВСТУП

По мірі зростання складності створюваних людиною технічних систем зростає попит на інструменти, що дозволяють оптимізувати процеси їх розробки, виробництва і управління. Комп'ютерний інжиніринг дає відповідь на цей виклик, забезпечуючи реорганізацію процесів проектування, конструювання, промислового виробництва і експлуатації складних систем. Сучасний комп'ютерний інжиніринг являє собою мультидисциплінарні, багатомасштабні (багаторівневі) і багатостадійні дослідження і інжиніринг на основі так званих «мультіфізичних» («MultiPhysics») знань і комп'ютерних технологій, в першу чергу, наукомістких технологій комп'ютерного інжинірингу (Computer-Aided Engineering). Загальносвітові умови розвитку інноваційної економіки знань:

- 1) глобалізація ринків і гіперконкуренція;
- 2) швидкий і інтенсивний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) і наукомістких комп'ютерних технологій (НКТ), нанотехнологій;
- 3) надскладні і гіперскладні проблеми («мега-проблеми»);
- 4) «розмивання кордонів», поява і розвиток «Coopetition» – поєднання кооперації (Cooperation) і конкуренції (Competition).

Аналіз досліджень та публікацій. У перше десятиліття ХХІ століття колективами, що складаються з багатопрофільних фахівців, виконані фундаментальні аналітичні дослідження, які багато в чому узагальнюють результати діяльності і розвитку прикладних, інженерних, обчислювальних наук і комп'ютерного інжинірингу на попередніх етапах і, з іншого боку, зумовлюють основні тренди розвитку обчислювальних наук і комп'ютерного інжинірингу, що розуміється як сукупність всіх компонентів, призначених для ефективного вирішення складних науково-технічних проблем шляхом математичного і суперкомп'ютерного моделювання. На основі вищезазначених розробок проведено цілу низку досліджень у машинобудівній галузі, наприклад [1-4], і т.і.

Мета та постановка задачі. Метою статті є аналіз основних тенденцій та підходів сучасного комп'ютерного інжинірингу, що використовуються у машинобудівній галузі. Для ефективного комп'ютерного інжинірингу необхідно використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій на основі систем штучного інтелекту.

Результати досліджень

Дослідження основних тенденцій та підходів сучасного комп'ютерного інжинірингу:

1. Інноваційна М³-концепція – інжиніринг на основі між- / мульті- / і трансдисциплінарних знань і комп'ютерних технологій, в першу чергу, наукомістких технологій комп'ютерного інжинірингу (Computer-Aided Engineering).
2. Концепція «Simulation-Based Design» – комп'ютерне проектування конкурентоспроможної продукції, засноване на ефективному і всебічному застосуванні САД-систем (Computer-Aided Design) світового рівня і кінцево-елементного моделювання (Finite Element Simulation) в рамках програмних САЕ-систем.
3. САД/САМ-технології (Computer-Aided Design/Manufacturing), які інтегрують САД- і САМ-системи і забезпечують інтегроване рішення задач конструкторського і технологічного проектування.

4. Concurrent Engineering (CE) – «конкурентне» проектування / паралельне проектування / спільне проектування – спільна робота фахівців з різних функціональних підрозділів підприємства на як можливо більш ранній стадії розробки продукту з метою досягнення високої якості, функціональності і технологічності за короткий час з мінімальними витратами.

5. PDM-системи (Product Data Management, PDM) – системи управління даними про виріб, іноді звані системами для колективної роботи з інженерними даними (Collaborative PDM, cPDM).

6. Research Knowledge Management – менеджмент, генерація, капіталізація і тиражування формалізованих і, що принципово більш важливо, неформалізованих знань – основне джерело конкурентоспроможності.

7. 3D Visualization & Virtual Reality & Global Visual Collaboration – системи організації глобального співробітництва між розосередженими по всьому світу, які ефективно взаємодіють командами на основі комп'ютерних технологій візуалізації, віртуальної реальності та створення «Ефекту присутності».

Надзвичайно важливо відзначити, що багато з вищевказаних підходів, технологій і тенденцій сучасного комп'ютерного інжинірингу представляють собою надгалузеві технології – технології, що застосовуються в багатьох галузях промисловості, що сприяють міжгалузевому трансферу передових «інваріантних» технологій, надгалузевому трансферу мультидисциплінарних комп'ютерних технологій.

Наприклад, дизайнери компанії Ford вже бачать тривимірні голографічні зображення деталей так, немов вони вже є частиною автомобіля за допомогою технології Microsoft HoloLens. Це дозволяє їм швидко оцінювати дизайн, вносити зміни і визначати стиль майбутньої моделі на більш ранніх стадіях розробки. Технологія HoloLens також дозволила дизайнерам Ford активніше співпрацювати з інженерами. Це допомагає творцям зовнішності автомобіля краще розуміти клієнтський досвід використання транспортного засобу. Наприклад, дизайнер і інженер за допомогою HoloLens можуть практично в реальному часі оцінити, як виглядають нові корпуси бічних дзеркал з естетичної точки зору, а також відразу зрозуміти, чи не ускладнять вони огляд з автомобіля. Microsoft HoloLens – окуляри змішаної реальності, розроблені Microsoft і випущені в 2016 році. Гаджет використовує 32-розрядну операційну систему Windows Holographic (версія Windows 10). На відміну від більшості інших пристроїв віртуальної, доповненої або змішаної реальності, HoloLens автономні і не вимагають підключення до ПК, смартфона або ігрової консолі. Також технології віртуальної реальності використовуються і в загальному машинобудуванні, при створенні двигунів, корпусів машин, роботів і т.і.

Розглянемо більш детально CAD-технології. В даний час розрізняють три основних підгрупи CAD: машинобудівні CAD (MCAD - Mechanical CAD), CAD друкованих плат (ECAD – Electronic CAD/EDA – Electronic Design Automation) і архітектурно-будівельні CAD (CAD/AEC – Architectural, Engineering and Construction). Найбільш розвиненими є MCAD-технології.

В даний час для розробки різноманітної продукції промислові підприємства широко використовують такі комп'ютерні технології – програмні засоби автоматизації:

- CAD / CAM-системи (Computer-Aided Design / Manufacturing), які забезпечують інтегроване рішення задач конструкторського і технологічного проектування. Серед усього різноманіття CAD / CAM-систем, найбільш широко представлених на ринку, виділимо:

- «важкі системи» («3-D high-end»), що з'явилися в 1980-х роках і володіють широкими функціональними можливостями і високою продуктивністю: CATIA від Dassault Systèmes (яка в жовтні 2009 року за 600 млн. доларів викупила PLM-бізнес у IBM), NX (інтеграція Unigraphics і SDRC-рішення I-DEAS під егідою Siemens PLM Software, розробка платформи High Definition PLM / HD-PLM, яка покращує інформаційну підтримку, підвищує ефективність і достовірність процесу прийняття рішень на всіх етапах життєвого

циклу виробу) і Creo Elements (ребрендинг-інтеграція в кінці 2010 року Pro/ENGINEER і CoCreate на основі моделі даних і користувальницького інтерфейсу);

– «середні системи» («3-D middle range»). В першу чергу відзначимо SolidWorks, Solid Edge, Autodesk Inventor, в яких при їх виникненні в середині 1990-х років були об'єднані можливості 3-D твердотільного моделювання, невисока в порівнянні з «важкими» системами ціна і орієнтацію на платформу Windows. Серед вітчизняних CAD/CAM-систем цього рівня відзначимо, в першу чергу, КОМПАС і T-Flex;

– «легкі системи» (2-D системи), які є найбільш поширеними продуктами автоматизації проектування, серед безлічі яких, перш за все, слід назвати AutoCAD.

• CAE-системи (Computer-Aided Engineering, CAE) – системи автоматизації інженерних розрахунків, найпередовіші з яких представляють собою мультидисциплінарні надгалузеві CAE-системи. За допомогою (в рамках) CAE-систем розробляють і застосовують раціональні математичні моделі, що володіють високим рівнем адекватності реальним об'єктам і реальним фізико-механічним процесам, і виконують ефективне рішення багатовимірних дослідних і промислових задач, що описуються нестационарними нелінійними диференціальними рівняннями з частинними похідними в просторових областях складної форми; для ефективного вирішення цих задач застосовуються, як правило, різноманітні варіанти сучасного і найбільш потужного і універсального чисельного методу – методу скінченних елементів (MCE; Finite Element Analysis, FEA). FEA (звичайно-елементний аналіз; KE аналіз), в першу чергу, застосовується для ефективного вирішення задач механіки деформованого твердого тіла, статички, коливаль, стійкості, динаміки і міцності машин, конструкцій, приладів, апаратури, установок і споруд, тобто всього спектру продуктів і виробів, що випускаються різними галузями промисловості; за допомогою різних варіантів MCE ефективно вирішують задачі механіки конструкцій, теплообміну, електромагнетизму і акустики, будівельної механіки, технологічної механіки (в першу чергу, назвемо задачі пластичної обробки металів, задачі зварювання і термообробки, лиття металів, лиття пластмас під тиском), задачі механіки контактної взаємодії і руйнування, задачі механіки композитів і композитних структур.

В області комп'ютерного інжинірингу та віртуального моделювання проблем механіки деформованого твердого тіла і механіки конструкцій, безумовними лідерами є такі CAE-технології – програмні системи кінцево-елементного аналізу – як ANSYS, SIMULIA / Abaqus (розробника цієї CAE-системи – Abaqus Inc. – в 2005 році купила Dassault Systèmes), MSC Software, Altair Engineering, ESI Group, LMS Int., LS-DYNA і NX CAE (Siemens PLM Software).

ВИСНОВКИ

Проаналізовано основні тенденції та підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу, що використовуються у машинобудівній галузі. Для ефективного комп'ютерного інжинірингу необхідно використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій на основі систем штучного інтелекту, наприклад, технології віртуальної, доповненої або змішаної реальності. Сучасний комп'ютерний інжиніринг, це надгалузеві технології, що застосовуються в багатьох галузях промисловості, що сприяють міжгалузевому трансферу передових «інваріантних» технологій, надгалузевому трансферу мультидисциплінарних комп'ютерних технологій.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф76/92-2017.

ЛІТЕРАТУРА

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двадненко. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.

3. Никонов О.Я. Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития / О.Я. Никонов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – № 5. – С. 38-42.
4. Avramov K.V. Vibrations of shallow shells rectangular in the horizontal projection with two freely supported opposite edges / K.V. Avramov, I.D. Breslavsky // Mechanics of Solids, 2013, Vol.48. – P. 186-193.

ВИЗНАЧЕННЯ АПАРАТУРИ СКАНУВАННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА БЕЗПІЛОТНОГО АВТОМОБІЛЯ

Ніконов О. Я., Полосухіна Т. О., Сіндєєв М. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку автомобільної техніки безпілотні автомобілі мають високий технічний рівень пристроїв та модулів, які відповідають за управління рухом та безпеку автомобіля [1-10]. В безпілотних автомобілях використовуються різні системи сканування навколишнього простору.

Аналіз досліджень та публікацій. З великої кількості пристроїв, що використовуються безпілотним автомобілем, одним з основних є пристрій, який сканує навколишній простір навколо безпілотного автомобіля. Сканування навколишнього простору на більш ранньому етапі технічного прогресу використовувалося в космічних апаратах, а в даний час використовується в водному і наземному транспорті [11-15]. Сканування простору навколо безпілотного автомобіля виявляє будь-які зміни навколишнього простору, такі як мобільні і стаціонарні перешкоди.

Мета та постановка задачі. Метою статті є аналіз і визначення найбільш підходящих пристроїв, що використовуються для сканування навколишнього простору безпілотного автомобіля.

Результати досліджень

Пристрої і модулі, які сканують навколишній простір безпілотних автомобілів. Рух безпілотного автомобіля вимагає великої кількості пристроїв, що відповідають за управління рухом, таких як пристрій надання інформації для використання в безпілотному транспортному засобі (ТЗ), що включає в себе різні модулі, блоки та датчики, в тому числі модуль отримання станів руху; модуль обчислення розподілів станів руху; модуль визначення нестабільності водіння; модуль визначення завершення навчання; модуль вибору нестабільності, модуль визначення сценарію водіння.

Бортова інформаційна система (БІС) аналізує характеристики водіння транспортного засобу на основі сигналів, визначених за допомогою датчика ступеня відкриття педалі акселератора, датчика робочої величини натискання педалі гальма, датчика кута повороту при рулюванні та інше, і визначає ступінь нестабільності водіння. БІС направляє сигнали управління або іншу інформацію на керовані пристрої в залежності від ступеня нестабільності водіння. БІС має функцію навчання. Час руху від початку збору даних використовується для того, щоб визначати стан навчання. Ступінь навчання може бути обчислена з використанням числа зібраних фрагментів даних. Відносна ентропія RH_p є фізичною величиною, що вказує значення різниці (відстань) між двома розподілами помилок при рулюванні, і представляє ступінь різниці між двома розподілами помилок при рулюванні, тобто то, наскільки ці два розподіли помилок при рулюванні відхиляються один від одного. Стабільність поточного стану руху, який є безпосередньо попереднім щодо попереднього довготривалого стану руху (характеристик водіння в нормальному режимі) може бути оцінена з використанням обчисленого значення відносної ентропії. Обчислення значення відносної ентропії порівнюється з попередньо певним граничним значенням для визначення. Коли значення різниці перевищує порогове значення для визначення, визначається те, що стан водіння є нестабільним. Коли визначено, що навчання не завершено, БІС обчислює поточний характерний кількісний показник (абсолютну ентропію) з використанням поточного розподілу помилок при рулюванні для більш короткого діапазону часу. Абсолютна ентропія є очікуваним значенням, що виникають в розглянутому розподілі станів руху.

БІС обчислює множинні розподіли станів руху для різних діапазонів часу в якості множинних розподілів станів руху. Наприклад, пристрій надання інформації для використання в ТЗ обчислює розподіл станів руху, що включає в себе попередні дані станів руху, і розподіл станів руху, що включає в себе дані станів руху безпосередньо попередніх, і безпосередньо обчислює різницю безпосередньо попередніх розподілів станів руху на основі попереднього розподілу станів руху. Як результат, можна оцінювати стабільність безпосередньо попереднього стану при безперервному оновленні опорних даних. Таким чином, можна точно визначати нестабільний стан руху незалежно від зміни навколишнього оточення дорожнього руху. Модуль визначення нестабільності водіння оцінює ступінь нестабільності водіння з характерних кількісних показників множинних розподілів станів руху, отриманих від множинних типів даних станів руху. Модуль визначення нестабільності водіння оцінює ступінь нестабільності водіння з використанням часу до зіткнення. За допомогою використання часу до зіткнення, можна точно визначати стан операції уповільнення. Електронний блок містить модуль обробки відбитого сигналу, який реалізує алгоритм контролю на підставі вимірювання часового інтервалу між випромінюванням і реєстрацією відбитого від об'єкта сигналу. Джерело оптичного випромінювання і фотоприймач розташовані переважно впритул один до одного, таким чином, що їх оптичні осі практично паралельні. Кількість випромінювачів в лідарі визначено зі співвідношення $n \geq \beta/\alpha$, де n – кількість випромінювачів, β – центральний кут контрольованого датчиком сектора, α – кут розбіжності пучка випромінювання. Оптичний датчик надійно і точно виявляє об'єкти в контрольованій зоні. Цей оптичний датчик є компактним датчиком для виявлення об'єкта в контрольованій зоні, переважно, у формі кругового сектора, надійно функціонує в дрібнодисперсних середовищах, які мають високий рівень захищеності від оптичних перешкод.

Як джерело оптичного випромінювання застосований імпульсний лазерний діод, а в електронному блоці для обробки відбитого сигналу застосований алгоритм, який реалізує час-імпульсний метод аналізу дистанції до об'єкта. Випромнені світлові імпульси відбиваються від поверхні об'єкту, що знаходиться в контрольованій зоні, і реєструються фотоприймачем з подальшим аналізом електронним блоком. Реєстрація відбитого сигналу здійснюється в часовому інтервалі, який визначає відстань до кордону контрольованої зони, з моменту випромінювання світлового імпульсу.

БІС включає в себе велику кількість модулів, керуючих усіма функціями безпілотного автомобіля, в тому числі лідар, змонтований на безпілотному ТЗ, який сканує навколишнє середовище руху ТЗ; модуль перетворення точки огляду, виконаний з можливістю здійснювати перетворення точки огляду для зображення, отриманого за допомогою лідара, щоб створювати зображення виду з висоти пташиного польоту; модуль вилучення характерних точок, виконаний з можливістю витягувати характерну точку тривимірного об'єкту з даних зображень в попередньо визначеної області зображення виду з висоти пташиного польоту для кожної з декількох підобластей, включених в попередньо визначену область; модуль обчислення даних форми сигналу, виконаний з можливістю обчислювати дані форми сигналу, відповідні розподілу характерних точок, витягнутих за допомогою модуля вилучення характерних точок в попередньо визначеної області для зображення виду з висоти пташиного польоту; модуль виявлення інформації піків, виконаний з можливістю виявляти інформацію піків даних форми сигналу; модуль виявлення варіантів визначення інших ТЗ або стаціонарних об'єктів, присутніх попереду в напрямку руху ТЗ, виконаний з можливістю оцінювати те, є чи ні тривимірний об'єкт, що має характерну точку, витягнуту за допомогою модуля вилучення характерних точок, варіантом ТЗ, який їде попереду або періодичного стаціонарного об'єкта, на основі того, дорівнює або перевищує чи ні інформація піків попередньо визначеного першого порогового значення; і модуль оцінки ТЗ, які їдуть попереду та періодичних стаціонарних об'єктів, виконаний з можливістю визначати те, що варіант ТЗ, який їде попереду або періодичного стаціонарного об'єкта є ТЗ, який їде попереду або періодичний стаціонарний об'єкт, коли ТЗ, який їде попереду або періодичний стаціонарний об'єкт виявляється за допомогою модуля виявлення ва-

ріантів, і виявлення здійснюється при попередньо певної умові.

Висновки

Визначено найбільш підходящі пристрої, що використовуються для сканування навколишнього простору безпілотного автомобіля. Розробка нових пристроїв і модулів безпілотного автомобіля наближає еру загальної автоматизації та роботизації наземного транспорту, що зробить такий транспорт дешевшим і рух на дорогах безпечнішим.

ЛІТЕРАТУРА

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двадненко. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.
3. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / В.П. Волков, Ю.В. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов. – Донецк: Издательство Ноулидж, 2013. – 398 с.
4. Интеллектуальные и телематические технологии на транспорте / Волков В.П., Мырхалыков Ж.У., Грицук И.В., Никонов О.Я. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2016. – 504 с.
5. Никонов О.Я. Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития / О.Я. Никонов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – № 5. – С. 38-42.
6. Никонов О.Я. Анализ современных бортовых информационно-управляющих систем беспилотного автомобиля / О.Я. Никонов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2015. – № 7. – С. 74-80.
7. Никонов О.Я. Интегрированные информационно-управляющие телематические системы транспортных средств / О.Я. Никонов, В.Н. Шуляков // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. – 2010. – № 27. – С. 83-87.
8. Голобородько О.О. Мехатронні системи автомобільного транспорту / О.О. Голобородько, О.О. Коробочка. – Х.: ТОВ «СМІТ», 2006. – 300с.
9. Shuliakov V. Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Regulators in the Controlled System by the Vehicle Suspension / V. Shuliakov, O. Nikonov, V. Fastovec // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – Vol. 1, № 3, 2015. – P. 66-72.
10. Рудзінський В.В. Інтелектуальні транспортні системи автомобільного транспорту (функціональні основи) / В.В. Рудзінський. – Житомир: ЖДТУ, 2012. – 98 с.
11. Пат. 2462732 Российская Федерация, МПК G 01 S 1/70, B 64 G 1/36, G 05 D 1/00. Сканирующий лазерный маяк космических аппаратов / Старовойтов Е.И.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева». – 2011106638/28; заявл. 22.02.2011; опубл. 27.09.2012.
12. Пат. 2527196 Российская Федерация, МПК G 08 B 3/00, G 01 S 13/00, G 05 D 1/00. Датчик препятствия /варианты / Староверов Н.Е.; заявитель и патентообладатель Староверов Н. Е. – 2012125856/08; заявл. 20.06.2012; опубл. 27.08.2014.
13. Пат. 2479851 Российская Федерация, МПК G 01 S 13/08. Устройство определения дальности / Часовской А.А.; заявитель и патентообладатель Часовской А.А. – 2012101957/07; заявл. 20.01.2012; опубл. 20.04.2013.
14. Патент №108240 Україна, МПК G 08 G 1/00, G 01 S 3/02, G 01 S 5/02, G 01 C 21/26. Спосіб керування інтелектуальною системою безпілотного автомобіля за допомогою транспортного порталу та GPS-системи / Ніконов О.Я., Полосухіна Т.О.; заявник та власник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – u201600136; заявл. 04.01.2016; опубл. 11.07.2016, Бюл. № 13/2016.
15. Ніконов О.Я. Безпілотні багатоцільові транспортні засоби: Сучасні технології / О.Я. Ніконов, Л.С. Кулакова, Т.О. Полосухіна, В.О. Чернишов // Автомобіль і Електроніка. Сучасні технології. – Харків: ХНАДУ, 2017. – № 11. – С. 46-49.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМИ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ З НЕЙРО-ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРОМ

Ніконов О. Я., Шуляков В. М., Фастовець В. І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Електрогідрравлічні приводи знайшли широке застосування у якості виконавчих механізмів систем автоматичного керування автомобілів. Розробці та дослідженню електронних мікропроцесорних систем, побудованих з використанням нейро-фаззи логіки, присвячено ряд робіт [1-5]. В цих роботах показано, що використання нейро-фаззи логіки для керування електрогідрравлічними приводами дозволяє значно підвищити точність та розширити області стійкості такої системи.

Системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля представляють собою спеціальні системи адаптивного керування, які призначаються для керування параметрами підвіски автомобіля – жорсткістю і коефіцієнтом демпфування амортизаторів [6,7], зміною дорожнього просвіту для оптимальної технічної експлуатації автомобілів і стабілізації положення кузова при коливанні корпусу автомобіля.

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ

Шляхи підвищення ефективності адаптивних підвісок ведуть до розроблення методів і алгоритмів синтезу таких систем з використанням інтелектуальних систем управління, новітніх інформаційних технологій, а також стохастичних характеристик зовнішніх збурень, що діють на об'єкт. Інтелектуалізації таких систем можна досягнути на основі нечіткої логіки і гібридних нейро-фаззи архітектур [8-11].

МЕТА І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою роботи є проведення експериментальних досліджень динамічних процесів системи адаптивної підвіски автомобіля. Це дозволить дослідити можливість підвищення енергоефективності, надійності, безвідмовності, довговічності та безпеки використання адаптивної підвіски автомобіля.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження динамічних процесів системи адаптивної підвіски автомобіля проводилися на стенді описаному в [12].

На рис. 1-2 наведено типові розрахункові та експериментальні динамічні процеси для інформаційно-керуючої системи адаптивної підвіски автомобіля для однієї реалізації випадкового збурення $M_{(зб)}(t)$ для імітування руху по асфальтованій дорозі.

При цьому $|\omega(t)_{\max}|$ що наведені на рисунках, відхиляються від $M[|\omega(t)_{\max}|]$ не більш як на 2%. Об'єм статистичної вибірки при розрахунках математичних очікувань склав 10^4 .

Навчання нейро-фаззи регулятора проводилося за допомогою метода субтрактивної кластеризації сумісно з гібридним методом що поєднує метод зворотнього поширення помилки з методом найменших квадратів.

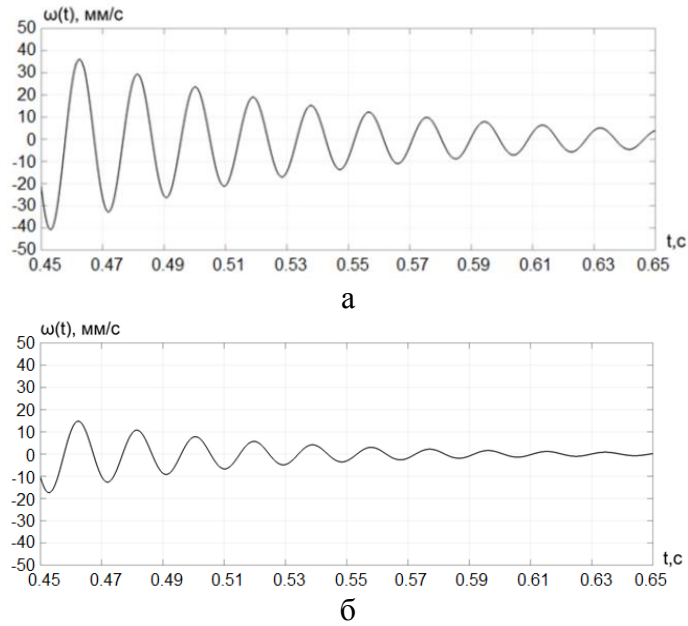


Рисунок 1 – Динамічні процеси системи адаптивної підвіски автомобіля для швидкості об'єкта управління при переміщенні об'єкта управління на 150 мм (розрахункові) для асфальтованої дороги: а - для штатного блоку керування; б - для блоку керування з нейро-фаззі регулятором

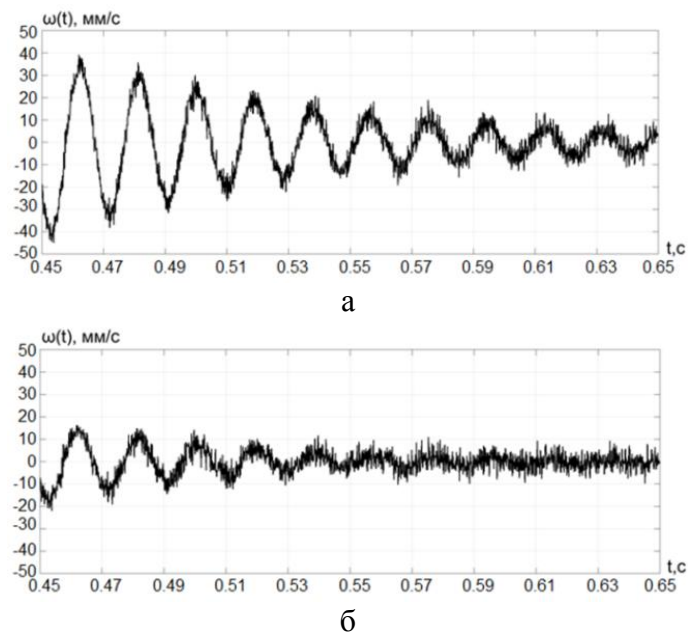


Рисунок 2 – Динамічні процеси системи адаптивної підвіски автомобіля для швидкості об'єкта управління при переміщенні об'єкта управління на 150 мм (експериментальні) для асфальтованої дороги: а - для штатного блоку керування; б - для блоку керування з нейро-фаззі регулятором

Максимальна неузгодженість розрахункових і експериментальних даних для штатного блоку керування і блоку керування з нейро-фаззі регулятором по величині $M[\omega(t)_{\max}]$ становить 5,17 %.

Наведені рисунки свідчать про адекватне відображення динамічних процесів, що відбуваються при русі автомобіля по асфальтованій дорозі, і можливість використання математичних моделей інформаційно-керуючої системи адаптивної підвіски автомобіля для дослідження динамічних процесів шляхом численних експериментів. Експериментально доведена ефективність використання інформаційно-керуючої системи адаптивної підвіски автомобіля на основі використання нейро-фаззи регуляторів.

ВИСНОВКИ

Проведено експериментальні дослідження динамічних процесів системи адаптивної підвіски автомобіля на основі використання нейро-фаззи регуляторів. Низка експериментів підтверджує результати імітаційного моделювання і тим самим ефективність функціонування інформаційно-керуючих систем підвіски автомобіля на основі штучних нейронних мереж, методів еволюційного моделювання та нечіткої логіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Borgelt Ch. Neuro-Fuzzy-Systeme: von den Grundlagen kuenstlicher Neuroner Netze zur Kopplung mit Fuzzy-Systemen / Ch. Borgelt. – Wies-baden, 2003. – 434 p.
2. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques / J.T. Spooner. – New York, 2002. – 545 p.
3. Ross T.J. Fuzzy logic with engineering applications / T.J. Ross. – Chichester: Wiley, 2004. – 628 p.
4. Ali H.K. Fuzzy Controller Design of Servo System / H.K. Ali // Asian Journal of Applied Science. – 2011. – P. 403–413.
5. Holland J. H. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence / Holland J. H. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
6. Кашканов А.А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту: навчальний посібник / А. А. Кашканов, В. П. Кужель, О. Г. Грисюк. - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 230 с.
7. Голобородько О. О. Мехатронні системи автомобільного транспорту: Навч. посібник. / О. О. Голобородько, В. В. Редчиць, О. М. Коробочка. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006 — 300 с.
8. Hinton G.E. Reducing the dimensionality of data with neural networks / G.E. Hinton, R.R. Salakhutdinov // Science, 2006, 313(5786), P. 504-507.
9. Bergstra J. Random Search for HyperParameter Optimization / J. Bergstra, Y. Bengio // Journal of Machine Learning Research, 2012, P. 281-305.
10. Stuhlsatz A. Feature extraction with deep neural networks by a generalized discriminant analysis / A. Stuhlsatz, J. Lippel, T. Zielke // IEEE Trans. Neural Networks Learning Syst., 2012, P. 596–608.
11. Hinton G.E. A practical guide to training restricted Boltzmann machines / G.E. Hinton // Neural networks: Tricks of the trade, 2nd ed., Springer, 2012, P. 599– 619.
12. Ніконов О. Я. Розробка стенду для експериментального дослідження інформаційно-керуючої системи адаптивної підвіски автомобіля на основі використання нейро-фаззи регуляторів / О. Я. Ніконов, В. М. Шуляков, В. І. Фастовець // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології : Електронне наукове фахове видання. (друкована версія). – Харків: ХНАДУ, 2016. – С. 53 – 56.

МОДЕЛЮВАННЯ КОЛИВАНЬ ПІДРЕСОРЕНОЇ МАСИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ЗМІНІ КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ АМОРТИЗАТОРА

Рожков П. П.¹, Рожкова С. Е.²

¹Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова,

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВСТУП

Забезпечення нормованої плавності ходу автомобіля в різних дорожніх умовах та швидкостях руху потребує оперативної зміни коефіцієнта опору амортизатору в широкому діапазоні у відповідності до алгоритму керування. При розробці алгоритму керування враховується досвід експлуатації керованих підвісок та проводиться математичне моделювання коливальних процесів в підвісці в разі раптової зміни рівня демпфірування. Адекватність отриманих в процесі моделювання результатів залежить, головним чином, від вибраної розрахункової схеми та відповідної математичної моделі.

Актуальність досліджень

Останні теоретичні і експериментальні дослідження, відображені в публікаціях, свідчать про великий інтерес до створення амортизаторів, що мають регульований коефіцієнт опору. Найбільш перспективними вважають амортизатори, що використовують електромагнітний принцип дії і побудовані на базі циліндричної лінійної машини [1].

В той же час, алгоритми роботи систем керування динамічними параметрами підвіски, що використовують керовані амортизатори, майже не освітлюються. Таким чином, актуальними є дослідження, що обґрунтовують необхідність використання датчиків, інформація з яких необхідна для реалізації алгоритмів керування демпфіруванням коливань підресореної маси автомобіля.

Постановка задачі

Метою є визначення впливу раптової зміни коефіцієнту опору амортизатора на прискорення підресореної маси автомобіля.

Математичне моделювання коливань підресореної маси автомобіля

Вертикальні коливання автомобіля описуються системою лінійних диференціальних рівнянь, що не мають аналітичного розв'язання, оскільки характеристичний поліном для двохосного автомобіля має восьмий порядок і визначення його коренів в загальному вигляді неможливе [2]. Тому будемо розглядати незалежні коливання передньої та задньої підресорених мас.

З метою спрощення моделювання припустимо, що пружні та дисипативні елементи мають лінійні характеристики. В цьому разі приймемо до розглядання двомасову розрахункову схему та відповідну систему диференціальних рівнянь [2].

Приймемо наступне подання збурюючого впливу має вигляд

$$q(t) = q_0(1 - \cos(vt + \varphi)), \quad (1)$$

де v - частота збурюючого впливу.

Введення фази φ дозволяє застосувати для розв'язання системи рівнянь метод припасовування в момент часу, коли змінюється коефіцієнт опору амортизатора g_p .

Розв'язання системи рівнянь відносно переміщень підресореної маси у загальному вигляді складається з двох частин

$$z_{\text{заз}}(t) = z^0(t) + q_0 z(t). \quad (2)$$

Перша складова відповідає впливу початкових умов, а друга частина – вимушеному руху. Складові розв'язання мають наступний вигляд

$$z^0(t) = z_{0z} e^{-ht} \sin(\Omega t + \varphi_z^0) + z_{0k} e^{-h_k t} \sin(\Omega_k t + \varphi_{kz}^0); \quad (3)$$

$$z(t) = z_z e^{-ht} \sin(\Omega t + \varphi_z) + z_{kz} e^{-h_k t} \sin(\Omega_k t + \varphi_{kz}) + z_v e^{-ht} \sin(vt + \varphi_{zv}). \quad (4)$$

Аналогічні функціональні залежності отримані і для переміщення непідресореної маси.

Практичний інтерес являє собою величина вертикального прискорення підресореної маси. Для її пошуку вираз (2) слід диференціювати два рази і остаточно отримати аналітичний вираз для вертикального прискорення коливань підресореної маси.

Проведемо розрахунки прискорення підресореної маси автомобіля. Вихідні масогабаритні параметри автомобіля відповідають прийнятим в роботі [3]. Частоту ν приймемо рівною 9,42 рад/с, що відповідає частоті низькочастотного резонансу. Коефіцієнт опору амортизатора r_p приймаємо відповідним до значення відносного коефіцієнта затухання $\psi = 0,25$.

Будемо вважати, що в моменту часу t_k система керування амортизатором видала команду на збільшення рівня демпфірування і встановила коефіцієнт опору амортизатора r_p відповідним до значення відносного коефіцієнта затухання $\psi = 0,5$.

На рис. 5 та рис. 6 представлені графіки прискорення підресореної маси для $t_k = 1,05$ та $t_k = 1,96$ с відповідно.

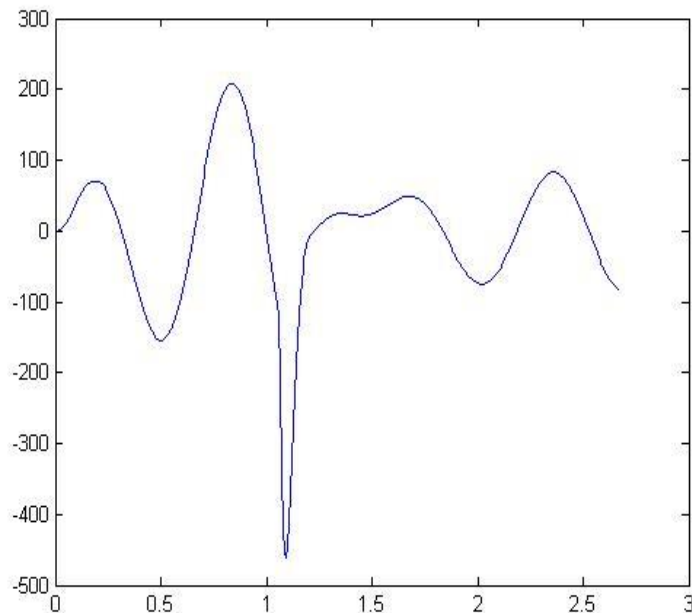


Рисунок 5 – Графік прискорення підресореної маси для $t_k = 1,05$

На графіку (рис. 5) добре видно, що в час $t_k = 1,05$ с виникає перехідний процес зі значною амплітудою, але вже через 1 секунду прискорення набуває стаціонарного характеру зі значно меншою амплітудою, ніж була до керуючого впливу.

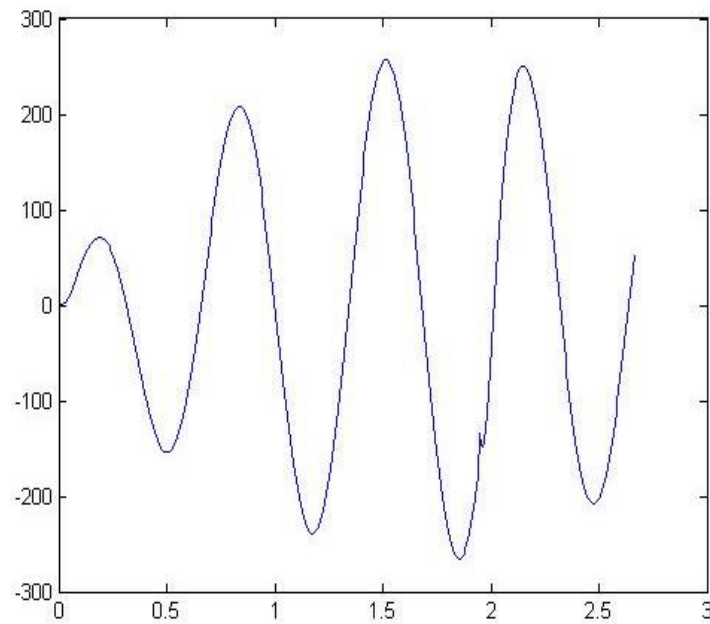


Рисунок 6 – Графік прискорення підресореної маси для $t_k = 1,96$ с

З графіку на рис. 6 видно, що перехідний процес відбувся майже без імпульсного збільшення прискорення в час $t_k = 1,96$ с, подальший розвиток процесу коливань демонструє зменшення амплітуди прискорення підресореної маси.

Висновки

Проведене математичне моделювання процесу коливань підресореної маси засвідчило, що момент часу t_k видачі керуючого впливу на амортизатор треба вибирати таким чином, щоб відносна швидкість переміщення підресореної та непідресореної мас в цей момент часу була близькою до нуля. Таким чином, можливо уникнути виникнення великої амплітуди перехідного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Meessen K. J. Analysis and design of a slotless tubular permanent magnet actuator for high acceleration applications / K. J. Meessen, J. J. H. Paulides, E. A. Lomonova // Journal of applied physics. Vol. 105. – 2009 – pp. 07F110-1-07F110-3.
2. Рожков П. П. Получение передаточной функции n-осной динамической системы автотранспортного средства / П. П. Рожков, С. Э. Рожкова, В. О. Алексеев // Автомобильный транспорт: Проблемы и перспективы: Матер. IV-й междунар. науч.-техн. конференции – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2000. – С. 163–168.
3. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГРУПОВОГО ХАРАКТЕРУ РУХУ НА БЕЗПЕКУ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Семченко Н. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Кількість автомобілів на дорогах з кожним роком помітно збільшується. Це приводить до виникнення руху автомобілів в потоці з високою щільністю. Потік автомобілів формується в основному довільно і може складатися з автомобілів різних марок з різними гальмівними якостями. Правильний вибір відстані до транспортного засобу, який їде попереду, має велике значення для забезпечення безпеки дорожнього руху. Якщо дистанція безпеки буде замалою, то може виникнути дорожньо-транспортна пригода (ДТП). Якщо вона – зовелика (більша, ніж потрібно для забезпечення безпеки дорожнього руху), то в результаті виникне зниження інтенсивності руху транспортних засобів і пропускної здатності.

Раптова поява небезпеки на шляху руху автомобіля викликає необхідність екстреного гальмування не тільки цього автомобіля, але і наступного за ним. Безпека руху буде залежати від гальмівних якостей автомобілів і від дистанції безпеки між ними.

Правила дорожнього руху [1] зобов'язують водія дотримувати таку дистанцію до транспортного засобу, що рухається попереду, яка дозволила б уникнути зіткнення. В результаті навіть несильного контакту (попутного, зустрічного, дотичного, бічного зіткнення) транспортні засоби втрачають керованість, що може спричинити їх виїзд на смугу зустрічного руху або за межі дороги, з подальшим зіткненням, наїздом на перешкоди, пішоходів і інших учасників дорожнього руху, а також спричинити цепкові зіткнення (коли в групі автомобілів, які не дотримуються безпечної відстані, при раптовому гальмуванні переднього автомобіля відбувається наїзд один на одного автомобілів, що рухалися позаду, і вже не 2 автомобілі потрапляють у ДТП, а уся група).

В залежності від рішень, які приймаються кожним водієм на основі сприйняття відносної швидкості, відстані до автомобіля, який їде попереду (приймається водіями в залежності від відносної швидкості руху, часу реакції, стану покриття, технічного стану автомобіля, обстановки на сусідніх смугах руху), встановлюється режим руху щільного потоку автомобілів.

Отже, вагомими факторами безпечного руху в транспортному потоці є дотримання дистанції безпеки між транспортними засобами і дозволеної швидкості руху відповідно до правил дорожнього руху.

За даними Управління безпеки дорожнього руху за період з 01.01.2017 по 31.03.2017 в Україні скоєно 37837 ДТП, що майже на 7% вище, ніж за попередній період, в тому числі у Харківській області за цей період скоєно 3027 ДТП, що також більше, ніж за попередній період, на 6,4% [2]. Також спостерігався зріст кількості ДТП у 2016р в порівнянні з 2015 р, пов'язаних з перевищенням швидкості руху.

За перший квартал 2017 в Україні скоєно майже на 7% більше ДТП, ніж за такий же попередній період, в тому числі у Харківській області за цей період кількість ДТП зросла на 6,4%. При цьому тисячі ДТП по Україні виникають по причині перевищення швидкості і недодержання дистанції

Найбільша кількість порушень водіями швидкісного режиму і дотримання безпечної дистанції безпеки спостерігається на магістральних вулицях регульованого руху загальноміського значення. Такі магістралі зазвичай мають добре дорожнє покриття і визначаються великою інтенсивністю руху. Наявність засобів регулювання (як правило, світло-

форного) призводить до утворення груп транспортних засобів, які рухаються з малими часовими інтервалами.

З ростом інтенсивності ТП ймовірність появи великих часових інтервалів між автомобілями зменшується. Якщо при значенні питомої інтенсивності 300 авт./год. інтервали, що перевищують 10 с становлять 23 %, то при її зростанні до 700 авт./год. їх кількість зменшується до 3 %. Вірогідність появи інтервалів менших, ніж 3 с при інтенсивності 500 авт./год. становить 51-60 %. Кількість таких інтервалів при зростанні інтенсивності вдвічі сягає вже 78-81 %. При цьому інтервали в межах 1-2 с досягають 45 %, а менші, ніж 1 с – 10 % [3]. Отже, при зростанні питомої інтенсивності модальні значення часових інтервалів зміщуються в бік (у область) малих інтервалів, що може спричиняти порушення дистанції безпеки.

Параметри групового характеру руху транспортних засобів, а саме інтервал руху між транспортними засобами, часовий динамічний габарит, швидкість, при високих інтенсивностях транспортного потоку, притаманних міським магістралям (питома інтенсивність перевищує 600 авт./год.), вивчені недостатньо і потребують додаткових досліджень.

Метою роботи є дослідження безпеки руху в групах транспортних засобів на магістралях міста.

Результати досліджень

Для визначення реальних режимів руху (швидкості і інтервалів між автомобілями) транспортних засобів, що рухаються у групі на магістральних вулицях загальноміського значення з інтенсивністю руху, що перевищує 600 авт./год., були проведені експериментальні дослідження в м. Харкові. Приналежність транспортного засобу до групи визначалась часовим інтервалом, що не перевищує 5 с, коли потік зв'язаний і окремі водії практично не мають змоги маневрувати у середині потоку.

Експериментальні дослідження проводилися за методикою, викладеною в [4-8]. Засоби фіксації режиму руху розташовувалися на відстані 200 м від групоутворюючого об'єкту.

У ході обробки даних експерименту за методикою, наведеною у [4-8] і за допомогою програмного забезпечення «GetIntervalDistribution» [9] були визначені швидкості руху транспортних засобів і з'ясовано, що 40% автомобілів у групах грубо порушують правила дорожнього руху і перевищують дозволenu швидкість (рисунк 6).

Також у ході обробки даних експерименту визначено, що значення інтервалів між автомобілями підпорядковуються логнормальному розподілу. У групах транспортних засобів переважають інтервали 10-30 м.

Реальні дані метричних інтервалів руху порівнювалися з мінімальною теоретично необхідною дистанцією безпеки. При швидкості 40 км/год. спостерігаються автомобілі, що порушують необхідну дистанцію безпеки і зі зростом швидкості руху порушників стає дедалі більше, що може спричиняти виникнення ДТП. Проведене дослідження інтервалів між автомобілями у групах дозволяє стверджувати, що вони менші за дистанцію безпеки у 57% від їх загальної кількості.

Висновки

1. Експериментальні дослідження часового інтервалу, що відповідає дистанції безпеки транспортних засобів на магістральних вулицях з питомою інтенсивністю ТП, що перевищує 600 авт./год. і обробка отриманих даних за допомогою програмного забезпечення «GetIntervalDistribution» дозволило встановити, що значення дистанції безпеки між транспортними засобами в групах розподіляються відповідно до логарифмічно нормального закону.

2. В ході дослідження встановлено, що 40% автомобілів у групах грубо порушують правила дорожнього руху і перевищують дозволenu швидкість.

3. Проведене дослідження інтервалів між автомобілями у групах дозволяє стверджувати, що вони менші за дистанцію безпеки у 57% від їх загальної кількості. У ході аналізу з'ясовано, що з них при швидкості руху 40-50 км/год. не дотримуються дистанції безпеки близько 2% транспортних засобів, при швидкості 50-60 км/год. – 10,4%; при швидкості 60-80 км/год. – 52,6%; при швидкості, що перевищує 80 км/год. – 35,1%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила дорожнього руху України: відповідає офіційному тексту.- К.: УкрСПЕЦВІДАВ, 2016. – 64 с.
2. Статистика аварійності в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sai.gov.ua/>.
3. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю; пер. с англ. Е. Г. Коваленко и Г. Д. Шермана; под редакцией чл. – корр. АН СССР Н. П. Бусленко. – М.: Транспорт, 1972. – 423 с.
4. Семченко Н.О. Емпірико-аналітичне визначення параметрів транспортних потоків у центральних частинах міст: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Семченко Наталія Олександрівна; М-во освіти і науки України, Харківський нац. Автомобільно-дорожній університет; наук. кер. Гецович Є.М. – Харків, 2015. – 200 с.
5. Гецович Е. М. Методика экспериментального определения распределения параметров транспортных потоков / Е. М. Гецович, Н. А. Семченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий / Информационные технологии. – 2011. – №6/2(54). – С. 67 – 68.
6. Гецович Е. М. Экспериментальные исследования распределения временных интервалов в транспортном потоке городов / Е. М. Гецович, Н. А. Семченко, В. А. Голота // Восточно-европейский журнал передовых технологий / Системы управления. – 2012. – №2/3(56). – С. 57 – 61.
7. Семченко Н. А. Исследование транспортных потоков на перегонах магистралей города / Н. А. Семченко // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: рецензируемый сб. научн. трудов. – Беларусь, Минск, 2013. – С. 50 – 58.
8. Семченко Н. А. Экспериментальные исследования распределения временных интервалов в транспортном потоке центральной части мегаполисов / Н. А. Семченко // Совершенствование эксплуатационных свойств транспортно-технологических машин и комплексов: Первая междунар. науч.-практ. конф., 18-20 апреля 2012 г.: материалы. – Омск, 2012. – С. 95 – 98.
9. Лазурик В. Т. Разработка информационной системы исследования параметров транспортных потоков / В. Т. Лазурик, Е. М. Гецович, Е. В. Диденко, Н. А. Семченко, В. Ю. Король // Транспортные системы мегаполисов. Проблемы и пути решения: междунар. науч.-практ. конф., 11-12 октября 2011 г.: труды. – Х., 2011. – С. 15 – 17.

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГОЛОВНОГО СВІТЛА АВТОМОБІЛЯ

Сильченко В. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Висока рівень аварійності в темний час доби пояснюється рядом причин: різким погіршенням умов видимості, ослабленням уваги водіїв та пішоходів, збільшенням часу реакції водіїв, і головною причиною є низька ефективність автономної системи освітлення.

Серед елементів електрообладнання автомобіля освітлювальні прилади, і в першу чергу, автомобільні фари займають особливе місце, так як коефіцієнт корисної дії автономного освітлення в умовах зростання автомобілізації і підвищення ролі автомобільного транспорту по суті фактично визначає безпеку руху в темний час доби.

Аналіз статистики дорожньо-транспортних пригод (ДТП), що проводяться в нашій країні і за кордоном, показують, що – 60% від загального числа, припадає на темний час доби. Так якщо в середньому підрахувати за 1 годину руху в темний час доби становить в середньому 7,1 ДТП, світлий 3,8 ДТП. Найважчі з них припадають на період з 16 до 24 годин, коли відбувається 55,7 всіх ДТП, з яких 58% зі смертельним результатом.

На сьогодні більшість автомобілів, оснащені фарами без системи адаптивного керування, що призводить до того, що неможливо оптимізувати світло фар не тільки на автомобільну динаміку рульового управління і підсвічування, але й навколишні погодні умови і видимість, поліпшити візуальні умови, які сприяють впевненості водія, а головне скоротити час на реакцію водія. Тому на сам перед поставлено задачу вирішити питання інформативності водія про ситуацію на дорозі.

Результати дослідження

Найбільш складною ситуацією дорожнього руху в темний час доби є зустрічний роз'їзд, звідси впливає важливість проблеми підвищення безпеки дорожнього руху. Основна задача полягає у забезпеченні ефективності ближнього світла [1], у якого поряд з максимальною концентрацією світлового потоку в напрямку дороги і перешкод необхідно створити граничне обмеження сили світла в напрямку очей водіїв автомобілів.

Проте, незважаючи на принципову відмінність в конструкції світлооптичної схеми системи освітлення: різні розсіювачі і джерела світла, вимоги і конструктивне виконання є одним з найважливіших елементів, які формують світловий промінь, відбивача – практично не змінюються [2].

Міжнародні стандарти і національні технічні характеристики можуть бути змінені і періодично оновлюватись, що викликано вимогами безпеки дорожнього руху та вдосконаленням джерел світла, наприклад, появою галогенних, ксенонових і діодних ламп. У цьому випадку розробка нових світлооптичних схем та уточнення вимог до світлорозподілу здійснюється без урахування впливу на їх якість відхилень макропараметрів і мікрогеометрії відбивачів, що значно знижує можливість будь-якої системи освітлення, приховують резерви вдосконалення конструкції цих систем, які запобігають раціональному вибору технології виготовлення автомобільних фар.

Наприклад, відбивачі фари для різного призначення, а саме, автомобільні фари головного світла, робочі фари сільськогосподарської техніки, мають однакові параметричні допуски макро- і мікрогеометрії, що викликає перевитрати матеріальних ресурсів у вигляді додаткових витрат на виробничі операції, забезпечуючи невиправдано жорсткі допуски [3].

У разі, якщо вимоги до світлорозподілу відповідають дійсно вузькому полю допусків, наприклад, на відхилення профілю параболоїда оптичного елемента фар автомобіля, також можна уникнути непотрібних витрат, якщо розглядати задачу призначення метрологічних стандартів не по одному або двом параметрам, як це прийнято у вітчизняній і зарубіжній практиці і взяти до уваги всі допуски композиції, визначаючи величини відхилення кожного параметра, а не тільки його вплив на картині світлорозподілу, але і урахування складності і досягнення необхідного рівня [2,3].

Проте, відсутність обґрунтованих метрологічних стандартів на відхилення параметрів у виробництві і експлуатації перешкоджає правильному вибору відповідних методів, а також засоби контролю, формулювання вимог до їх розвитку, до розвитку і використання єдиної структури метрологічного забезпечення з точки зору виробництва і експлуатації.

Наприклад, не існує єдиного контролю якості критеріїв відбивачів світла, відсутні пристрої для контролю шорсткості поверхні, перекоосу і неперпендикулярності кріплення під лампу оптичної осі відбивача. На різних заводах, використовуються прилади для контролю профіля відбивача з різною точністю, відсутній засіб контролю засліпленості [2-5]. Автомобільні заводи, АТП, СТО та транспортні служби використовували прилади для регулювання фар, точність яких не забезпечує вимог безпеки дорожнього руху.

Різноманіття факторів, що визначають ефективність виробництва і експлуатації фар автомобілів, робить необхідним вирішення цілої низки проблем і вимагає вивчення всієї системи: умов видимості [4], світлотехнічних характеристик [2-5], відхилень конструктивних і технологічних параметрів [3], конкретної світлооптичної схеми метрологічного забезпечення з точки зору виробництва і експлуатації.

Дослідженням видимості і безпеки руху при освітленні фарами присвячено цілий ряд робіт вітчизняних та зарубіжних авторів, серед яких найбільший інтерес представляють роботи А.Б. Дьякова, В.М. Скобелева, К.М. Левитина, Е.П. Яшковой-Ржакінської.

Всі ці роботи стосуються досить глибоко тільки питань нормування світлорозподілу за умовами видимості в реальній дорожній обстановці, що дозволяє сформулювати тільки загальні вимоги до освітлювальних приладів автомобіля.

Але також для забезпечення зв'язку, визначення та графічного відображення координат власного місця розташування, навколишніх об'єктів та пунктів призначення, а також напряду місця призначення використовується транспортний портал. Ці факти повинні сприяти поліпшенню безпеки дорожнього руху та комфорту при русі та підвищити рівень «соціалізації» автомобілів, як частини єдиного інформаційно-комунікаційного простору.

Таким чином, необхідно провести комплексну модернізацію адаптивного головного світла автомобіля і побудувати інтегровані інформаційно-керуючі телематичні системи (ІКТС), які дозволить якісно підвищити їх точність, функціональну і структурну надійність, якість перехідних процесів при розробці та відпрацюванні керуючих сигналів при внутрішніх та зовнішніх збуреннях, а також знизити навантаження на водіїв і витрати енергоресурсів [6,7].

Висновки

Шляхи вирішення поставленої задачі є розроблення методів і алгоритмів синтезу ІКТС з використанням розвиненої математичної моделі об'єкту керування з урахуванням його нелінійних характеристик, інтелектуальних систем керування, новітніх інформаційних технологій, а також стохастичних характеристик зовнішніх збурень, що діють на об'єкт.

Для підвищення ефективності керування взаємодією автомобілів розробити ІКТС, що поєднує географічну інформаційну систему. Поєднання новітніх технологій для синтезу ІКТС на основі штучної нейронної мережі та методів еволюційного моделювання дозволить задовольнити високі вимоги до цих систем, забезпечуючи тим самим необхідний сучасний рівень ІКТС і технічних характеристик автомобілів в цілому, що і визначає актуальність і перспективність розглянутого питання.

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. Латова В.Б. Экспериментальные исследования видимости автомобильных сигнальных огней / В.Б. Латова // Труды НАМИ. – 2003. – С. 43-49.
3. Новаковский Л.Г. Повышение эффективности фар транспортных средств в производственно-эксплуатационном комплексе: дис. канд. техн. наук: 05.09.03 / Новаковский Леонид Григорьевич. – Москва, 1983. – 210 с.
4. Латова В.Б. Метод оценки автомобильных информационных систем / В.Б. Латова, Б.А. Ротман // Труды НИИ Автоэлектроника. – 1988. – Вып. 65. – С. 43-55.
5. Латова В.Б. Перспективы развития систем головного освещения транспортных средств / В.Б. Латова, А.А. Эйдинов // Автомобильная промышленность. – 2011. – №6. – С. 10-13.
6. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках: навчально-методичний посібник / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 212 с.
7. Баранова В.О. Система управління головним світлом транспортного засобу з використанням інтернет-порталу / В.О. Баранова // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2015) [Збірка матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції (26-28 травня 2015 р., м. Херсон)]. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2015. – С. 136-138.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Симбирский Г. Д.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

ВВЕДЕНИЕ

Математическое моделирование во многих случаях является единственно возможным выходом при проведении различных сложных измерений. Например, при измерении температур газа (выше 1000K) в тепловых двигателях контактными методами любое измерительное средство, т. е. термопреобразователь (ТП), находится в сложном конвективно-лучисто-кондуктивном теплообмене с окружающей средой и элементами собственной конструкции. Его температура $T_{\text{ТП}}$ может на сотни градусов отличаться от искомой локальной термодинамической температуры газа $T_{\text{Г}}$.

В приведенном случае единственной возможностью является использование методов косвенных измерений, когда $T_{\text{Г}}$ рассчитывается (восстанавливается) по непосредственно измеряемым $T_{\text{ТП}}$. Распространение получил простейший вариант косвенных измерений, когда вводятся поправки, учитывающие составляющие сложного теплообмена ТП. Однако в общем случае эти поправки можно рассчитать лишь приблизительно из-за отсутствия необходимых сведений о таком теплообмене. Кроме того, предел измерений таких датчиков сильно ограничивается их термостойкостью.

Более перспективными являются методы, в которых $T_{\text{Г}}$ восстанавливается в соответствии с математической моделью метода измерений по показаниям нескольких ТП, находящихся в охлаждаемом экране. Это позволяет количественным образом учесть условия сложного теплообмена ТП со средой, повысить точность восстановления $T_{\text{Г}}$ и поднять предел измерений.

В настоящей работе предлагается реализовать такой подход в форме метода параметрической идентификации физического процесса в измерительном устройстве на основе математической модели последнего. Метод заключается в получении на основе экспериментальных данных оптимальных оценок $\hat{\Theta}$ некоторого вектора Θ искомых параметров, входящих в математическую модель измерительного устройства [1].

Такой подход был применен автором при разработке метода измерения высоких (до 2200°C) температур газовых потоков в различных теплоэнергетических устройствах [2], в том числе и в двигателях внутреннего сгорания автомобилей.

Аппаратной частью разработанного метода является редуцированный проточный термопреобразователь (РПТ), изготовленный в виде полого охлаждаемого зонда из нержавеющей стали, который вводится в газовую среду. Температура исследуемого газового потока $T_{\text{Г}}$ на входе в охлаждаемый канал РПТ рассчитывается по непосредственно измеряемым температурам газа в канале T_1 и T_2 в двух точках x_1 и x_2 по его оси (рис. 1). Приняв $\vartheta_{\text{Г}} = T_{\text{Г}} - T_{\text{ст}}$, $\vartheta_1 = T_1 - T_{\text{ст}}$ и $\vartheta_2 = T_2 - T_{\text{ст}}$, в соответствии с известной моделью теплообмена на начальном участке цилиндрического канала диаметром d , в [3] предложено следующее уравнение измерения РПТ:

$$\vartheta_{\text{Г}} = \vartheta_1 (\vartheta_1 / \vartheta_2)^A, \quad (1)$$

$$A = \left(\int_0^{x_1} St(x) dx \right) / \left(\int_{x_1}^{x_2} St(x) dx \right),$$

где A – коэффициент преобразования РПТ; $St(x) = \alpha(x) / (\rho \cdot W \cdot C_p)$ – критерий Стантона; $\alpha(x)$ – коэффициент теплоотдачи от газа к стенке канала; ρ , W и C_p – плотность, скорость и удельная теплоемкость газа в канале.

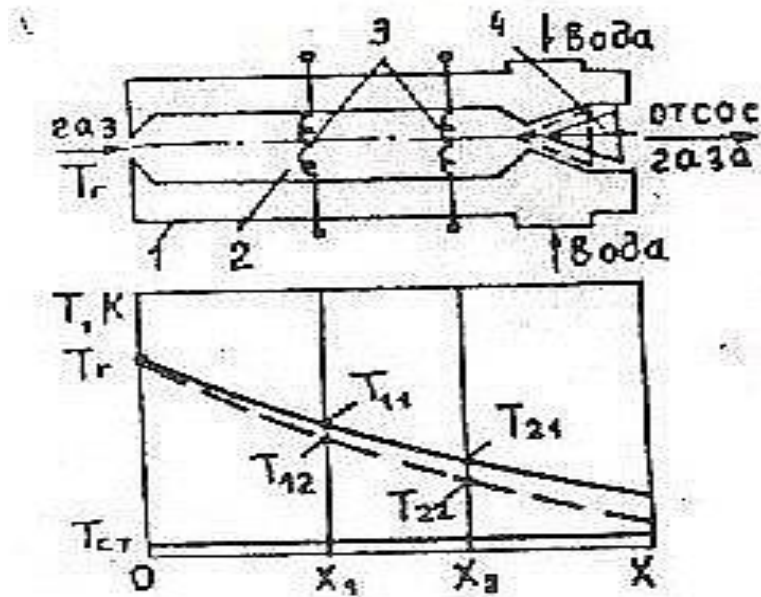


Рисунок 1 – Устройство и принцип действия РПТ и АРПТ: 1 – охлаждаемый корпус; 2 – измерительный канал; 3 – первичные ТП; 4 – устройство для изменения скорости потока

Описанному выше случаю соответствует кривая 1 на рис. 1. Если изменить скорость течения газа в канале устройства путем, например, сокращения сечения канала зонда, то распределению температуры газа по оси канала будет соответствовать кривая 2. Тогда, решая систему уравнений типа (1) для двух значений скорости газа в канале, получим следующее уравнение (2) для коэффициента преобразования метода:

$$A = [\ln(\vartheta_{22}/\vartheta_{21}) / \ln(\vartheta_{12}/\vartheta_{11}) - 1]^{-1}, \quad (2)$$

где ϑ_{11} , ϑ_{21} , ϑ_{12} и ϑ_{22} – температуры газа в двух сечениях канала для двух значений скорости течения газа W_1 и W_2 .

Такая операция называется адаптацией РПТ к условиям измерений, а новое устройство – адаптивным редуцированным проточным термопреобразователем (АРПТ) [2], значительно повысившим точность измерений метода РПТ.

Однако, особенности уравнения (2), а также приближенный характер модели теплообмена в канале АРПТ (как и любой другой модели измерительного устройства или процесса) приводят к невозможности стабильного использования АРПТ для измерений температуры. Для решения этих проблем в [2] было предложено рассматривать процесс измерения температуры газа посредством АРПТ как параметрическую идентификацию данного измерительного устройства с использованием алгоритма оптимального дискретного фильтра Калмана. Автор подробно рассмотрел данный подход в [1], а ограниченный объем данной публикации не дает возможности подробнее остановиться на этом моменте.

Результаты численного моделирования показали, что предложенный метод представления процесса измерений как параметрической идентификации измерительного устройства на примере адаптивного редуцированного проточного термопреобразователя позволяет при минимальном объеме измерительной информации проводить измерения с

высокой точностью. В некоторых случаях такое представление процесса измерений является практически единственной возможностью для проведения последних.

Экспериментальные исследования метода АРПТ (рис. 2) были проведены на высокотемпературном стенде ВТС–2 (на базе авиационного двигателя), который является генератором потока продуктов сгорания керосина с температурами от 1900 до 2300К, скоростями от 300 до 750 м/с и высокой степенью турбулентности. В его входной области размещено сопло Лавала для получения сверхзвукового течения. АРПТ устанавливался на удалении 100 – 300 мм от среза сопла.

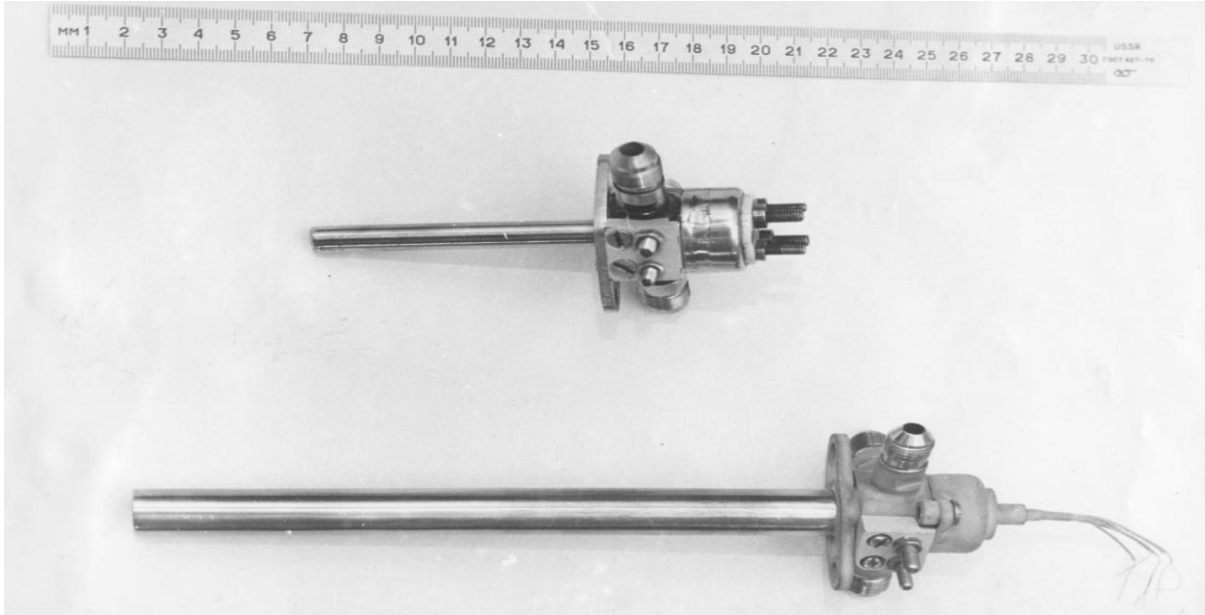


Рисунок 2 - Общий вид АРПТ двух модификаций

Таким образом, экспериментально проверен метод АРПТ для измерения высоких локальных температур в потоках продуктов сгорания керосина - до 2200К и различных уровнях турбулентности. Подтверждено, что точность превышает возможности известных контактных методов. Кроме того, в устройстве до температур 1600-1700°С используются хромель-алюмелевые термопары вместо термопар из металлов и сплавов платиновой группы. АРПТ, благодаря редукиции температур, обладают значительным ресурсом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симбирский Г.Д. Процесс измерений как параметрическая идентификация измерительного устройства / Г.Д. Симбирский // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2015. – Вып. 68. – С. 133–137.
2. Симбирский Г. Д. Метод измерения высоких (до 2500 К) температур газовых потоков на основе адаптивных редукиционных проточных термопреобразователей: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.14.05 „Методы и способы измерения тепловых величин" / Г. Д. Симбирский – Х., 1993. – 19 с.
3. Симбирский Д. Ф., Завалий А. А., Петашвили О.М. - Редукиционный проточный термопреобразователь для измерения температур газовых потоков до 2000 К в газотурбинных двигателях. – //Экспериментальные методы термостойкости и диагностика газотурбинных двигателей: Тематич. сб. науч. тр. – Харьков: ХАИ, 1988. – С. 22-31.

Секція 4

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

ВИМОГИ ЩОДО ВИТРАТОМІРІВ БІОПАЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Безвесільна О. М., Ільченко А. В.

Житомирський державний технологічний університет, Україна

ВСТУП

На даний час існує необхідність економії нафтових палив, зменшення токсичності викидів двигунів внутрішнього згоряння в атмосферу. Спеціалісти шукають шляхи зниження впливу двигунів на навколишнє середовище. Тому все більш широке поширення набувають альтернативні біопалива на основі тваринних жирів та рослинних олій. Але, це все вимагає ще й використання приладів вимірювання витрат біопалив, наприклад, термоанемометрів.

Мета дослідження. Сформулювати основні вимоги щодо витратомірів біодизельних палив для двигунів внутрішнього згоряння на основі аналізу властивостей вказаних палив та їх впливу на роботу паливної апаратури та інших систем дизеля.

Результати досліджень. Біодизель, МЕРО (метиловий ефір ріпакової олії), РМЕ (ріпаковий метиловий ефір), RME, FAME (метилові ефіри жирних кислот), ЕМАГ, біонафта та ін. – рідкі моторні біопалива, що складаються з суміші ефірів жирних кислот. Біодизель отримують з тригліцеридів (або вільних жирних кислот) реакцією естерифікації (переестерифікації) спиртами (метанол, етанол). Джерелом тригліцеридів можуть служити тваринні жири або різні рослинні масла. Це екологічно чистий вид біопалива, яке використовують для заміни нафтового дизельного палива. З хімічної точки зору біодизельне паливо являє собою суміш метилових (етилових) ефірів насичених і ненасичених жирних кислот [1].

Метилові ефіри жирних кислот - складні ефіри жирних кислот, що одержують реакцією переестерифікації жирів з метанолом. Вони є основним компонентом біодизельного палива [2-4].

Біонафта - біопаливо другого покоління, яке синтезується з біомаси шляхом глибокої хімічної переробки.

В табл. 1 наведено Європейський стандарт EN 14214:2003 "Автомобільні палива. Метилові ефіри жирних кислот (FAME) для дизельних двигунів. Вимоги та методи випробувань і національний стандарт Російської Федерації - це ГОСТ Р 52368-2005 «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия». В Україні з 01.03.2010 діє ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне БЗ № 1-2009/50. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги.»

Фізико-хімічні показники біодизельного палива впливають на параметри роботи дизеля і його екологічні характеристики. Підвищені, в порівнянні з дизельним паливом, на 10 % щільність і в 1,5 рази кінематична в'язкість сприяють збільшенню діаметра крапель розпиленого палива і дальності паливного струменя, що призводить до збільшеного потрапляння біодизельного палива на стінки камери згоряння. Менші значення коефіцієнта стискання біодизельного палива вимагають збільшення кута випередження впорскування палива, при цьому збільшується максимальний тиск у форсунці. Високе значення цетанового числа біодизельного палива (51 і більше) сприяє скороченню періоду затримки спалахування і менш «жорсткій» роботі дизеля. Підвищена температура спалаху біодизельного палива в закритому тиглі (120 °C і більше) забезпечує високу пожежобезпечність. Кисень (близько 10 %) у молекулі метилового ефіру діє таким чином: допомагає інтенсифікувати процес згоряння і забезпечити більш високу температуру в циліндрі дизеля, що сприяє підвищенню індикаторного та ефективного ККД двигуна, а також збільшує кількість оксиду азоту NO_x у відпрацьованих газах.

Таблиця 1 - Фізико-хімічні показники біодизельного і дизельного ЄВРО палив [2-4]

Показник	Європейський стандарт на метилові ефіри жирних кислот для дизельних двигунів EN14214:2003	Національний стандарт РФ на дизельне паливо ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2004)			
		Розмірність	Межі		Значення
			min	max	
Вміст ефіру	% (м/м)	96,5	–	Густина при температурі 15 °С, кг/м ³	820-845
Густина при 15 °С	кг/м ³	860	900		
Температура спалахування	°С	120	–	Температура спалахування в закритому тиглі, °С, вище	55
Кінематична в'язкість при 40 °С	мм ² /с	3,50	5,0	Кінематична в'язкість при 40 °С, мм ² /с	2,00-4,50
Цетанове число		51,0		Цетановий індекс, не менше	46,0
Вміст сірки	мг/кг	–	10,0	Вміст сірки, мг/кг, не більше	I-350; II-50,0; III-10,0
Коксованість 10 % залишку	% (м/м)	–	0,30	Коксованість 10 % залишку розгонки, % (м/м), не більше	0,30
Вміст води	мг/кг	–	500	Зольність, % (м/м), не більше	0,01
Зольність	% (м/м)	–	0,02	Цетанове число, не менше	51,0
Вміст механічних домішок	мг/кг	–	24	Вміст води, мг/кг, не більше	200
Випробування на мідній пластинці (3 години при 50 °С)	оцінка	клас 1		Загальне забруднення, мг/кг, не більше	24
Окислювальна стабільність при 110 °С	годин	6,0	–	Корозія мідної пластинки (3 години при 50 °С), одиниці за шкалою	клас 1
Йодне число	г J ₂ / 100 г		120	Поліциклічні ароматичні вуглеводні, % (м/м), не більше	11
Кислотне число	мг КОН/г		0,50	Окислювальна стабільність: загальна кількість осаду, г/м ³ , не більше	25
Вміст метанолу	% (м/м)		0,20	При температурі 350 °С, % (об/об), не менше	85
Поліненасичені (4 і більше подвійних зв'язків) метилові ефіри	% (м/м)		1	При температурі 250 °С, % (об/об), менше	65
Вміст моногліцеридів	% (м/м)		0,80	95 % (об/об) перегоняється при температурі, °С, не вище	360
Вміст дигліцеридів	% (м/м)		0,20	Мастильна здатність: скоригований діаметр плями зносу при 60 °С, не більше	460
Вміст тригліцеридів	% (м/м)		0,20		

Вільний гліцерин	% (м/м)		0,02	Найменування показника	Значення для марок		
Спільний гліцерин	% (м/м)		0,25	Гранична температура фільтрування, °С, не вище (паливо для помірнього клімату)	A	B	C
1-а група металів (Na+K), 2-а група металів (Ca+Mg)	мг/кгмг/кг		5,05, 0		5	0	-5
Вміст фосфору	мг/кг		10,0		D	E	F
					-10	-15	-20
				Вміст метилових ефірів жирних кислот, % (об/об), не більше	5		

Застосування біодизельного палива дозволяє забезпечити зниження викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Для дизельних двигунів з вихровою камерою (передкамерою) і безпосереднім упорскуванням зниження відповідно становить: CO - 12 (10) %, C_nH_m - 35 (10) %, РМ (тверді частинки) - 36 (24) %, С (сажа) - 50 (52) %. Деяке збільшення викидів NO_x можна компенсувати наступними рішеннями: рециркуляція відпрацьованих газів, подача води на впуску, зменшення кута випередження впорскування палива.

Через підвищену агресивність біодизельного палива потрібно замінити паливні шланги і прокладки на виготовлені зі стійкого до біопалива матеріалу. Треба слідкувати, щоб біодизельне паливо не потрапило на лакофарбові покриття. У деяких випадках потрібна частіша зміна моторного масла через можливе потрапляння в нього біодизельного палива. Потрібно контролювати вміст води в біодизельному паливі (через його високу гігроскопічність), щоб уникнути утворення перекисів і корозійного впливу води, в тому числі і на елементи паливної апаратури. Збільшення густини палива призводить до збільшення тиску впорскування і, як наслідок, спостерігається зменшення ресурсу паливної апаратури. Збільшення в'язкості палива, особливо при зниженні температури, викликає більш жорсткі умови роботи паливного насоса високого тиску, підвищене зношування деталей.

Треба відмітити вплив де-яких складових палива на роботу паливної апаратури та систем дизеля і можливі несправності при цьому: метилові ефіри жирних кислот внаслідок руйнування гумових виробів (шлангів, прокладок тощо) викликають підтікання палива, а потрапляння їх в моторне масло суттєво знижує його ресурс; вільний метанол, що знаходиться в паливі, викликає корозію металів (алюмінію та цинку), що призводить до виходу з ладу паливної апаратури; вільна вода викликає корозію металів, сприяє перетворенню метилових ефірів рослинної олії в жирні кислоти, а також розвитку мікроорганізмів у паливі, що зменшує ресурс фільтрів системи живлення; вільний гліцерин, моно- та дигліцериди викликають корозію кольорових металів, утворюють осад та відкладення в розпилювачах форсунок, а також негативно впливають на лакофарбові покриття; вільні жирні та високомолекулярні органічні кислоти сприяють утворенню солі органічних кислот та органічних сполук, прискорюють корозію цинку; мурашина та оцтова кислоти викликають корозію всіх металів; тверді частинки погіршують мастильні властивості палива.

Очевидно, що все сказане треба враховувати під час розробки, створення та експлуатації й витратомірів біопалив. З точки зору фізико-хімічних властивостей біопалив вимоги щодо витратомірів можна сформулювати наступним чином: гумові ущільнення повинні мати стійкість щодо біопалив; в конструкції витратомірів треба враховувати можливе руйнування кольорових металів; вільна вода агресивно діє на елементи витратоміра; треба враховувати утворення осаду та його вплив на

теплопровідність біопалива, що вплине на точність вимірювання витрат витратоміром термоанемометричного типу.

Висновок: На основі аналізу властивостей біодизельних палив та їх впливу на роботу систем дизеля сформульовано основні вимоги щодо витратомірів біодизельних палив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ільченко А. В. Перспективи застосування біодизельного палива в автомобільних двигунах / А. В. Ільченко // Вісник НТУ. – 2013, № 27. – С. 370– 373.
2. Инструкция по получению биодизеля. // Масложировая промышленность. – Научно-технический производственный журнал. – М.: Пищевая промышленность 2005. № 5. – С. 17– 18.
3. Дубровін В. О. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В. В. Криворучко // К.: ЦТІ „Енергетика і електрофікація”. – 2004, – 256 с.
4. Семенов В.Г. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакової олії / В.Г. Семенов, А.П. Марченко, Д.У. Семенова, О.Ю. Лінков / Вісник ХДПУ, Випуск 101. – Харків: ХДПУ, 2000. – С. 159 – 163.

КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНИХ ПІДВІСОК В УМОВАХ ПОСТА ДІАГНОСТИКИ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

Бороденко Ю. М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Контроль технічного стану рухомого складу є однією з найважливіших проблем безпеки руху автомобільного транспорту. Особливо важливий цей контроль для систем автомобіля, технічний стан яких безпосередньо впливає на безпеку руху. До переліку таких систем належить і підвіска, яка функціонально пов'язана з ходовою частиною автомобіля. З цього приводу, розглядаються два напрямки створення систем контролю характеристик активних підвісок. Перший напрямок, передбачає організацію системи контролю підвісок в обсязі періодичного технічного огляду, другий, – стосується поглибленої діагностики та обслуговування ходової частини автомобіля на замовлення власника. Проведення планового техогляду транспортних засобів дозволяє виключити ймовірність аварійної ситуації на дорозі внаслідок наявності технічних несправностей. В конструкції сучасних автомобілів використовуються адаптивні підвіски, які мають суттєві переваги перед підвісками, параметри яких не регулюються. Однак, на підприємствах авто-сервісу не передбачено спеціального устаткування, яке дозволяє перевірити нормовані характеристики керованих підвісок. У зв'язку з цим, набувають *актуальності* питання пов'язані з організацією та технічним оснащенням дільниць з обслуговування керованих підвісок.

За типом керуючого елемента та видом параметра, що контролюється, активні підвіски можна поділити на три групи [1]. В першій групі, для підвісок з керованими амортизаторами, контролюється ступінь демпфірування, в другій (керовані пружні елементи) – посадка кузова, в третій (керовані стабілізатор поперечної стійкості і важелі підвіски задніх коліс) – кути виставлення задніх коліс.

Контроль технічного стану активної підвіски зводиться до послідовного вимірювання параметрів: демпфуючих характеристик; положення кузова; кутового встановлення задніх коліс. При цьому, забезпечується варіація цих параметрів у межах діапазонів керування. Для вирішення першої задачі використовуються методи засновані на вимірюванні параметрів коливань кузова (амплітудний, «шок-тест», гальмування) чи колеса (BOGE/МАНА, EUSAMA) [2], а для аналізу положення кузова автомобіля розроблені мобільні електронні вимірювачі висоти посадки типу Hunter 20-1885-1 [3]. Щоб контролювати кутові положення задніх коліс (підвіски третьої групи) використовуються стенди розвал/сходження.

Метою досліджень є вирішення принципових питань, щодо технічної реалізації дільниці для обслуговування ходової частини автомобілів з керованими підвісками на базі стенда контролю розвал/сходження. Вирішення цих задач полягає у формулюванні рекомендацій, щодо синтезу вимірювальної системи для контролю параметрів активних підвісок будь-якого принципу побудови.

Побудування вимірювальної системи

Існують декілька методів контролю параметрів будь-якої мехатронної системи автомобіля, в тому числі і адаптивної підвіски: тест-драйв на полігоні і у стаціонарних умовах; інтегрована самодіагностика; вимірювання структурних або вихідних параметрів. Повний контроль технічного стану мехатронної системи підвіски за вихідними параметрами можна здійснити на спеціальних випробувальних стендах промислового призначення [4, 5]. Силова частина таких стендів поєднує функції роликового силового агрегату, тестеру люфтів коліс і вібраційних платформ тестера підвіски зі змінним рівнем опор, що імітують крен та наїзд на перешкоду.

Перелічені фактори, що збурюють підвіску, дозволяють виявити відхилення в механічній частині підвіски. Такі стенди дозволяють проводити багатогранні випробування автомобіля на етапі його розробки і виробництва, але розраховані тільки на контроль основної функції підвіски – демпфування коливань кузова і зчеплення з дорожнім полотном. Стосовно інших функцій адаптивної підвіски, до стенда треба додати систему позиціонування кузова і вимірювання кутового положення коліс задньої осі. До того ж стенди такого класу мають не виправдану ціну для сфери автосервісу.

Контроль технічного стану підвіски за реакцією системи самодіагностики не є повним, тому що така система контролює стан електричних кіл й може локалізувати тільки стан елементів системи керування підвіскою. При цьому, як реалізується керуючий вплив на ходову (механічну) частину автомобіля, система самодіагностики визначити не може.

Використання функцій діагностичного сканера спостерігати електричні сигнали (діагностичні параметри) в структурі системи керування підвіскою, дозволяє виконувати поглиблену діагностику системи керування, але не дозволяє проводити оцінку поведінки ходової частини автомобіля під дією керуючих впливів.

Найбільш об'єктивний контроль характеристик підвіски здійснюється на підставі аналізу її вихідних параметрів: вібраційної характеристики амортизаторів кожної стойки; висоти посадки кузова під кожним колесом; кутів встановлення кожного заднього колеса. Щоб реалізувати ці параметри в межах керування, треба активізувати відповідні виконавчі пристрої системи. Для цього використовується функція діагностичного сканера «активізація виконавчих пристроїв».

Визначальним фактором, щодо створення дільниці для контролю і діагностики ходової частини автомобіля є обраний тип стенда розвал/сходження. Для комп'ютерних стендів типу Hunter 3D існує декілька варіантів базування камер машинного зору [6]. Програмне забезпечення таких стендів містить цілий перелік програмних модулів різного призначення, серед яких можна зазначити: дані для регулювання задньої осі (Shim Select P®), контроль переміщення важелів підвіски (СААМ®), «Вимірювання висоти посадки».

Щоб додатково контролювати демпфуючі характеристики підвіски, до складу устаткування дільниці слід додати тестер підвіски. Вібраційні платформи тестера підвіски монтуються у безпосередній близькості від заїзду автомобіля на пост розвал/сходження.

Процедура контролю вібраційної характеристики полягає в наступному. Автомобіль встановлюють передньою віссю на платформи тестера підвіски та за допомогою системного сканера знеструмлюють (повністю відчиняють) клапан керованого амортизатора обраної стойки колеса. Далі, запускають в дію відповідну платформу тестера підвіски, яка послідовно збуджує коливання в заданому діапазоні частот. При цьому, на моніторі фіксується зона мінімальної амплітуди або резонансна зона коливальної діаграми і платформу зупиняють. Після цього, амортизатор активізують (повністю зачиняють клапан) і повторюють випробування, фіксуючи нове положення зони спостереження. Відстань між зонами резонансу на діаграмах, що спостерігаються за двома замірами, визначає діапазон керування ступеню демпфування обраної стойки. Парна стойка осі тестується аналогічно. Контроль характеристик підвісок, в яких застосовані амортизатори з магнітною рідиною здійснюється аналогічним чином, шляхом керування сили струму в котушці індуктора.

Для використання сканера на постах діагностики широкого парку моделей автомобілів, доцільним є застосування програмних версій мульти-марочних системних сканерів типу Wabco, Haldex Interface Diag, Delphi, Mercedes Carsoft 7.4 [7]. Такі передумови дозволяють компілювати програмне забезпечення сканера і тестера підвіски в середовищі комп'ютера мобільного кабінету стенда розвал/сходження і забезпечити автоматичний режим послідовного тестування кожної стойки підвіски.

Процес тестування ходової частини на посту полягає в послідовній перевірці демпфуючих характеристик на тестері підвіски, вище описаним способом та кутових відхилень задніх коліс і висоти положення кузова під керуванням сканера підвіски.

Останні дві позиції цілком виконуються за допомогою 3D-стенда розвал/сходження наступним чином. Автомобіль встановлюють задньою віссю на поворотні платформи та закріплюють основні відбиткові мішені на колеса, а додаткові на кузов. Наступним кроком, орієнтують камери машинного зору відносно мішеней та за допомогою системного сканера відпрацьовують реакцію виконавчих пристроїв системи керування підвіскою (приводів стабілізатора або важелів) в межах діапазонів керуючих впливів. При цьому, на моніторі комп'ютерного кабінету фіксуються границі механічної реакції коліс і кузова. Фактичні значення вихідних параметрів системи підвіски порівнюються з нормативними для заданого типу АТЗ в автоматичному режимі.

Висновки

Для контролю характеристик активних підвісок будь-якого класу, на посту з 3D-стендом розвал/сходження треба розмістити тестер підвіски та додати системний сканер. З метою мінімізації витрат на апаратну частину вимірювального комплексу і підвищення оперативності контролю, доцільно компілювати програмне забезпечення тестера підвіски і сканера на базі комп'ютерного кабінету стенда розвал/сходження в єдину програму тестування.

Для зручності проведення контрольно-діагностичних робіт, доцільно використовувати на посту Bluetooth-зв'язок між бортовим комп'ютером системи підвіски автомобіля, системним сканером і кабінетом оператора.

Підвищення оперативності проведення діагностики ходової частини автомобіля при вирішенні поставленої задачі можна досягти за рахунок використання стендів аналізу геометрії ходової частини з безконтактною технологією вимірювань [8, 9].

Для підвищення функціональності поста діагностики ходової частини автомобіля доречно використовувати підйомники з вмонтованим тестером люфтів коліс.

ЛІТЕРАТУРА

1. Современные адаптивные подвески. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avtocrat.at.ua>.
2. 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.
3. Измеритель высоты посадки Hunter 20-1885-1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.eurosiv.ru/catalog.
4. Стенд для диагностики подвески автомобилей BiSS 4 Poster Rig. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.industar-m.com.ua/ispytatelnye-sistemy/automotive-test.../four-poster-test-rig.
5. Испытательные машины ООО ПКЦ. Системы Триал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.trialsystems.ru/ispytatelnye_mashiny.
6. Автосервисное оборудование и инструмент от "ToolGrand". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://toolgrand.com.ua>.
7. Сканеры для диагностики грузовиков, автобусов, прицепов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.truck-diagnost.com.
8. Bosch представил бесконтактный стенд регулировки углов установки колес. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.tsn.ua>.
9. Бесконтактные стенды развал-схождения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oborudovanie.in.ua>.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Воронов Р. В.

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, Україна

Якісне транспортне обслуговування потребує високої надійності рухомої одиниці, яка забезпечується як досконалістю його конструкції так і рівнем технічного обслуговування та ремонту. Питанню управління технічним станом тобто, формуванню систем технічного обслуговування та ремонту (ТОР) приділяється значна увага протягом багатьох років. Аналізуючи роботи було встановлено, що підвищення ефективності роботи галузевих підприємств за рахунок вдосконалення систем ТОР на основі критерію планування черговості у проведенні робіт для здійснення ремонтно-профілактичних впливів. Але запропоновані введення в повній мірі не вирішують ряд проблем в організації та проведенні технічного обслуговування та ремонту. Основною проблемою прийнятих раніше систем, є недостатнє забезпечення відповідного рівня надійності пасажирських транспортних засобів в сучасних умовах. Накопичений досвід у формуванні, організації та проведенні обслуговування та ремонту транспорту дозволив виявити ряд проблемних питань, що потребують удосконалення системи управління технічним станом рухомого складу. Зокрема, це:

1. Моральне та фізичне старіння рухомого складу, що знаходиться ще в експлуатації.
2. Зниження показників надійності транспортних засобів.
3. Поява сучасного та модернізованого складу, що відрізняється високим рівнем складності.
4. Економічна нестабільність.
5. Нераціональна організація технічного обслуговування та ремонту через використання застарілих систем.
6. Впровадження нових міжнародних стандартів.
7. Зниження виробничих можливостей експлуатаційно-ремонтних підприємств.
8. Зниження обсягів обмінних фондів агрегатів, вузлів та деталей.
9. Недостатній рівень організації навчання та підвищення кваліфікації персоналу.

Тому подальше удосконалення системи управління технічним станом рухомого складу є досить актуальним [1,2,3].

На сьогоднішній день управління технічним станом транспортних засобів забезпечується за рахунок затверджені системи технічного обслуговування та ремонту. Основною задачею даної системи є забезпечення справного або працездатного стану рухомої одиниці на весь період експлуатації. Система має періодичний характер, особливістю якої є проведення обслуговування чи ремонту у плановому порядку відповідно до чітко встановленого пробігу. Слід зазначити, що існуючі системи технічного обслуговування потребують доопрацювання. Для цього необхідним є врахування рекомендації заводів-виготовників, дані експериментів, досвід експлуатації транспортних засобів та нових нормативів. Тобто, виникає потреба щодо зміни міжремонтних пробігів, а саме збільшення їх нормів, ґрунтуючись на початкових особливостях транспортного засобу, часу його прямої експлуатації та навантаження під час роботи, що призведе до економії ресурсів, зменшення часу на проведення відповідного ТО або Р, підвищить показники надійності, продовжить строк служби кожної рухомої одиниці окремо; трансформації системи щодо кількості ремонтів, обслуговувань та їх обсягів, що б підкріплювались науковими обґрунтуваннями та практичною реалізацією, забезпечуючи при цьому задану експлуатаційну надій-

ність рухомої одиниці при мінімальних економічних витратах. Для виконання даної мети рекомендується на основі міжнародних стандартів удосконалити систему, направлену на підвищення рівня надійності рухомої одиниці, за рахунок оцінки ризику. Тобто, знаходження похідної від ймовірного підходу (використовується на основі статистичного методу при розрахунку конструкції й застосування методу надійності для прогнозування безвідмовної роботи), де вибирається рівень надійності в залежності від можливих міжремонтних пробігів та обсягів робіт, відмов агрегатів або вузла під час їх експлуатації. Метод оцінки ризику – це метод, який дозволяє при мінімальних затратах й невисоких можливих збитків, сформувати алгоритм управління ризиком та реалізацію даного рішення на практиці при максимальній вигоді від альтернативних рішень щодо зменшення рівня ризику [4,5]. Для формування вимог до вдосконаленої системи ТОР необхідно застосувати наступні етапи:

- максимально виявити та ідентифікувати можливі небезпеки;
- провести аналіз ризику;
- сформувати алгоритм управління ризиком;
- провести розрахунок щодо економічності та вигідності прийняття даного рішення управління ризиком [5,6].

Отже, враховуючи вищевказане виникає необхідність щодо побудови повної моделі аналізуючої системи, тобто алгоритму дій. Основною задачею даного алгоритму є оцінити надійність основних агрегатів та вузлів транспортного засобу. Для вирішення даної задачі використовується статистичні дані та досвід експертів. На основі відповідних даних проводиться розрахунок необхідних значень статистичних оцінок, які в подальшому дають можливість ідентифікувати наявність небезпеки та оцінити її рівень. Поняття небезпеки в даному аспекті – це явища та процеси, які пов'язані з відмовами агрегатів та вузлів транспортного засобу, що здатні за певних умов, призвести до шкоди або спричиненню небажаних наслідків [7]. Оцінка рівня небезпеки – це оцінка за бальною шкалою тяжкості небезпеки від можливих передбачуваних наслідків. Правильність проведення даних організаційних етапів на виході формує реальну картину наступаючої аварії, за якою проводиться фіксація ризику та його управління. Під управлінням ризиком розуміється повна ідентифікація та аналіз ризику, с подальшим формуванням прийняття рішень щодо коригування ризику та створення бази запобіжних заходів спрямованих на мінімізацію або повну ліквідацію ризикової події. Аналіз ризику – це початковий етап ціллю якого є отримання необхідної інформації про структуру, властивості об'єкту та можливих ризиків [8]. Подальша оцінка ризику формується на основі оцінки конкретного виду ризику за допомогою кількісної та якісної оцінок. Кількісну оцінку ризику можна розрахувати за формулою:

$$R = \sum P_i \cdot (\sum a_{ik} \cdot C_k), \quad (1)$$

де P_i - ймовірність настання ризикової події;

C_k – вартість k наслідку аварії (величини втрат);

i - категорія небезпеки;

k – категорія збитків;

a_{ik} – ваговий коефіцієнт k наслідку при впливі i небезпеки [9,10].

Якісна оцінка ризиків - це оцінка умов виникнення ризиків та визначення їх впливу на об'єкт стандартними методами і засобами. Головним завданням якісної оцінки є визначення можливих видів ризиків, а також факторів, що впливають на рівень ризиків при здійсненні визначеного виду діяльності.

Наступним кроком є визначення правильності методу впливу на ризик з метою мінімізації наслідків.

Відповідно даному алгоритму забезпечується відповідний рівень надійності рухомої одиниці та дає можливість скорегувати систему технічного обслуговування та ремон-

ту за рахунок оцінки ризику у бік посилення по тих основних вузлах чи агрегатах, які можуть призвести до високих витрат при їх відмовах.

Таким чином, система управління технічним станом пасажирських транспортних засобів потребує подальшого удосконалення, а саме у частині періодичності виконання технічних впливів, що забезпечує відповідний рівень надійності та працездатності рухомої одиниці, й трудомісткості даних технічних оглядів та ремонтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Далека, В.Х. Технічна експлуатація міського електричного транспорту [Текст] / В.Х. Далека, В.Б. Будниченко, Е.І. Карпушин, В.І. Коваленко // Навчальний посібник для студентів. – Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. – 2007. – 285 с
2. Сумцов А.Л. Удосконалення методів та моделей визначення системи технічної експлуатації модернізованих маневрових тепловозів [Текст] / А.Л. Сумцов // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальність 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Харків – 2017. – 165 с.
3. Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей [Текст] / Р.Х. Хасанов // Учебное пособие.- Оренбург. – 2003. – 193 с.
4. Міжнародний стандарт ІЕС 60300-3-11:2009 «Dependability in technics. Reliability centred maintenance» [Текст]: МЭК 60300-3-11:2009 «Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность».
5. Боднар, Б.Є. Системи управління якістю за стандартом ISO 9000 [Текст] / Б.Є. Боднар, О.О. Матусевич // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – 2012. - № 40. - С. 37-39.
6. Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metrology.com.ua/riskmenedzhment/opisanie-metodov-otsenkiriskov/tekhnicheskoe-obsluzhivanie>.
7. Академічний тлумачний словник [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sum.in.ua>.
8. Желібо, Є.П. Безпека життєдіяльності [Текст] / Є.П. Желібо // Навчальний посібник. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського», 2001. – 356 с.
9. Чулков, Н.А. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] / Н.А. Чулков, А.Н. Деренок // Учебное пособие. - Томского политехнического университета, 2012 – 150 с.
10. ГОСТ Р 55234.3—2013 - Процедуры проверки и технического обслуживания оборудования на основе риска [Текст]. - Москва, Стандартинформ, 2014. – 56 с.

ФОРМУВАННЯ ГЕОМЕТРИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИРОБІВ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Дудукалов Ю. В., Чигрин А. О., Мусієнко В. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Відомо, що для підвищення якості технічного обслуговування і ремонту (ТОiP) автомобілів необхідно побудову організаційної схеми функціонування ремонтного підприємства виконувати з впровадженням інформаційних CALS-технологій.

Існує протиріччя між поточним інформаційним забезпеченням традиційного масового знеособленого виробництва та індивідуалізацією об'єктів в системах ТОiP [1]. Під час конструкторсько-технологічної підготовки ремонтного виробництва в рамках PDM у складі CAD/CAM, ERP й інших інжинірингових систем створюються інформаційні об'єкти виробів (IOB). З погляду системи управління якістю IOB повинні відповідати характеристикам, що встановлені технічними вимогами і показниками надійності.

Аналіз останніх публікацій. Стратегія розвитку CAD/CAM довгий час будувалася на вдосконаленні систем геометричного моделювання: каркасних, поверхневих, твердотільних, параметричних [2-4]. Досягнуті результати демонструють, що можливості різних CAD/CAM продуктів в геометричному моделюванні зблизилися, і у відповідності з закономірностями розвитку подальший прогрес буде досягатися в створенні високопродуктивних, функціонально спеціалізованих систем.

Вже розробляються IOB в складових CAD/CAM, що орієнтовані на окремі етапи конструювання і виготовлення виробів. Так, в Autodesk Inventor передбачається розробка інтерактивних електронних технічних керівництв на поствиробничих стадіях для здійснення інтегрованої логістичної підтримки. До їх складу включаються IOB для деталей, складальних вузлів, в тому числі анімаційні моделі віртуального розбирання-збирання, різні схеми [3]. Таким чином, розвиток компонентів IOB відбувався насамперед в напрямку вдосконалення їх геометричного представлення в ГМ [2], яке є математичною основою IOB й може бути реалізоване в відповідному до вимог вигляді. Так, для кузова автомобіля це можуть бути 2D, 3D креслення або електронний макет (майстер модель). Але для багатьох виробів машинобудування характерне застосування технологій відновлення під час капітального ремонту, і в цьому випадку IOB повинні враховувати проведення спеціальної конструкторсько-технологічної підготовки.

Результати досліджень

У машинобудівному виробництві саме геометрична інформація про об'єкт є найбільш представницькою і широко використовується.

Конструкторсько-технологічна підготовка на стадіях проектування і виготовлення розширює зміст ГМ для вирішення задач технологій і організації виробництва - ГМв. Наступні життєві цикли (експлуатації виробу, модернізація, ремонт) вимагають іншого змісту ГМ. Істотно, що для відновлюваних виробів ГМ має виражений конструкторсько-технологічний характер, оскільки виконання ремонтних впливів часто передбачає технологічні операції зі зміни конструкції: установку додаткових ремонтних деталей, викорис-

тання ремонтних розмірів, нанесення покриттів і т.д. Все це потрібно відобразити в розробці геометрико-технологічної моделі ремонту (ГТМр) для інформаційного забезпечення ремонту. Таким чином, структурно ГТМр включає ГМв з компонентами технологічного змісту по ремонтним технологіям.

Системи геометричного моделювання повинні враховувати все різноманіття відносин і характеристик, які має виріб, і створювати ІОВ, в яких використовуються змінні моделі від початкових до заключних життєвих циклів. Отже, ГМ повинна відображати виникнення дефектів, зміну форми на відповідних етапах, видаляти або додавати частини ГМ, модифікувати або утилізувати виріб або його складові частини. Аналіз систем геометричного моделювання показав, що для інформаційного супроводу в ремонті можуть бути використані основні системи геометричного моделювання, включаючи каркасні, поверхневі і твердотільні.

У системах каркасного моделювання використовується набір ліній і кінцевих точок, а зміна форми здійснюється шляхом зміни положення і розмірів відрізків і точок. ГМ є каркасним кресленням форми, а відповідний математичний опис включає сукупність рівнянь кривих, координат точок і зв'язків, умов зв'язності кривих і точок. При ремонті системи каркасного моделювання можуть застосовуватися для виробів, які інтерпретуються стрижневими або рамними конструкціями.

У системах поверхневого моделювання математичний опис включає характеристичні лінії, їх кінцеві точки, дані про поверхні. В математичному описі виробів в процесі експлуатації можуть змінитися рівняння поверхонь, рівняння кривих і координати точок. Такі ГМ можуть застосовуватися для пошкоджених кузовів, зносу і корозії поверхонь і т.д.

В системах твердотільного моделювання виріб визначається як замкнутий об'єм. Математичне моделювання в цій системі дозволяє визначити будь-яку інформацію про об'єм тіла. Зазвичай для створення моделі в системі твердотільного моделювання необхідна велика кількість вхідних даних. Але перевагою цієї системи моделювання є схожість з інтуїтивним процесом фізичного моделювання. Це досягається за рахунок використання функцій створення геометричних примітивів в поєднанні з операторами математичної логіки, а також принципів об'єктно-орієнтованого і параметричного моделювання.

У таблиці 1 вказані можливі області застосування систем геометричного моделювання дефектів для деяких виробів.

Таблиця 1 – Складові геометричного моделювання дефектів

Система геометричного моделювання	Вироби	Дефекти	Математичні компоненти в ГТМ	Оператори ГТМ
Каркасна	Рами, трубчаті кузова, стрижневі деталі	Деформації, тріщини	Координати точки, лінії	Паралельний перенос, поворот, розтягування
Поверхнева	Кузов, кабіна, деталі облицовка, обшивки, інші тонкостінні вироби	Деформації, вмятини, корозія, знос поверхонь, розриви, тріщини	Координати точки, лінії, поверхні	Паралельний перенос, поворот, інверсія, гомотетія, стиснення до площини
Твердотільна	Корпуса, вали, диски, зубчаті колеса та інші деталі	Об'ємний знос, обломи, розриви, тріщини, термічна втома	Координати точки, лінії, поверхні, об'єм	Паралельний перенос, поворот, обертання, інверсія, гомотетія

При вирішенні задач моделювання геометричних, динамічних та інших властивостей з урахуванням забезпечення комп'ютерної реалізації одним з найбільш ефективних є апарат багатопараметричних відображень. Цей апарат заснований на найбільш загальних в сучасній математиці поняттях: безліч і відображення. Характеристики міцності, теплофізичні, технологічні та інші властивості можуть також моделюватися багатопараметричними відображеннями.

При відображенні використовується векторне подання прообразу, образу та закону відображення Φ як сукупності операторів:

$$\Phi: \vec{GM}_e^n \rightarrow \vec{GTM}_p^n \quad (1)$$

Загальна вираз в матричній формі для афінних координат може мати наступний структурний вигляд:

$$\vec{GTM}_p^n = \prod_{i=1}^n M_i \cdot \vec{GM}_u^n \cap \left(\bigcap_{j=1}^m T_j \right), \quad (2)$$

де $\prod_{i=1}^n M_i$ - сукупність матриць, що описують геометрико-технологічні оператори при відновленні виробів;

$\bigcap_{j=1}^m T_j$ - групи параметрів, що характеризують технологічні методи.

В якості геометрико-технологічних операторів можуть застосовуватися різні оператори, кожен з яких виконує відповідне геометричне перетворення в певних технологічних операціях. Геометрико-технологічні оператори змінюють прообраз відповідно до їх структури і параметрів. Наприклад, до них відносяться оператори прямолінійного перенесення, повороту, розтягування, обертання, стиснення до площини, інверсії, гомотетії та інші.

Так, за допомогою трьохпараметричного відображення можна отримати для ГТМр опис дефекту - знос шийки вала. Визначимо геометричний образ - точку на поверхні шийки вала. Послідовно застосовуємо оператори паралельного перенесення, обертання і паралельного перенесення. Перше відображення: прямолінійний рух точки (прообразу) в радіальному напрямку, отримуємо відрізок прямої (однопараметричний образ), відповідний переходу на ремонтний розмір. Відображає оператор - паралельний перенос. Друге відображення: обертання відрізка (прообразу) на кут 360° отримуємо кільце (двухпараметричний образ). Відображає оператор - обертання. Третє відображення: паралельне перенесення кільця (прообразу) на довжину шийки, отримуємо круговий циліндр (трьохпараметричний образ). Кожному відображенню послідовно відповідають технологічні процеси: врізання інструменту, обертання і руху подачі. Таким чином, трьохпараметричний образ отриманий трьома однопараметричними відображеннями в твердотільній системі геометричного моделювання.

Якщо параметри ГТМр змінюються безперервно в певному діапазоні, то відображення може мати безперервний образ як безліч миттєвих дискретних образів в певні задані моменти часу. Істотно, що відображення має узагальнюючі можливості.

Висновки

Для відновлюваних виробів геометричне моделювання має виражений конструкторсько-технологічний характер, що може бути відображене в формуванні геометрико-технологічних моделей, які мають компоненти геометричних моделей виробів і технологічного змісту по ремонтним технологіям. Використовуючи один набір уніфікованих опе-

раторів багатопараметричних відображень можна описати дефекти виробу, методи відновлення і кінематичні рухи інструментів в технологічних операціях ремонту.

Таким чином, запропонований порядок формування геометрико-технологічної моделі пов'язує геометричні та технологічні параметри, що в найбільшій мірі відповідає вимогам до інформаційного забезпечення ремонтного виробництва та збігається з нормативною структурою ремонтно-конструкторської документації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) // В двух частях. Часть 1. – Харьков. – РИО ХГАДТУ, 1998 – 255 с., Часть 2. - Харьков. – РИО ХГАДТУ, 1998 – 219 с.
2. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – Спб.: Питер, 2004 - 560 с.
3. Райкин Л.И., Райкин И.Л., Сидорук Р.М., Лупанов К.В. 3D-модели в ИПИ-технологиях // САПР и графика. - 2008. - №12. - с. 36-42.
4. Шпур Г., Краузе Ф.-Л. Автоматизированное проектирование в машиностроении – М.: Машиностроение, 1988. – 648 с.

КЕРОВАНІЙ АМОРТИЗАТОР З МАГНІТНОЮ РІДИНОЮ ДЛЯ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ

Кисловський С. В.¹, Гнатов А. В.¹, Dmitry Hehenia²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Білоруський національний технічний університет, Республіка Білорусь

ВСТУП

У сучасному світі автомобіль займає одне з основних місць. Отже вимоги як до його комфорту так і безпеки з кожним роком тільки посилюються. Автомобільна підвіска в цьому є найбільш досліджуваним елементом. На цей час існує багато типів підвісок основними з яких є [1]:

- підвіска МСPherson. Вона має просту конструкцію, надійна і дешева але поряд з тим їй притаманний наступний недолік - істотне зміна кута розвалу коліс;
- підвіска двох важільна. Це одна з найбільш досконалих схем. Вона являє собою підвіску з двома важелями різної довжини, що гарантує машині мінімальний знос покриття і відмінну поперечну стійкість;
- Де-Діон. Максимально зменшує навантаження на задній міст автомобіля. Незбалансована поведінка машини залишається головною проблемою даної підвіски;
- задня залежна підвіска (друга назва: підвіска класики). До недоліків цієї підвіски можна віднести те, що комфорт і плавність ходу залишають бажати кращого, через велику вагу самого заднього мосту і невіднесених мас;
- напівзалежна задня підвіска. Недоліком цієї конструкції - є неможливість використання на задньопривідних машинах.

Удосконалення та впровадження прогресивних технологій в автотранспортній техніці дозволило автовиробникам створити підвіски нового рівня, які отримали назву адаптивні або активні. Такі підвіски мають ряд переваг над попередніми розробками [1-4]:

- здатність підлаштовуватись під характер дорожнього покриття;
- примусове регулювання демпфірування та адаптація до стилю водіння;
- зменшення крену кузова та краща маневреність;
- регулювання кліренсу і підвищення безпеки руху.

Таким чином, підвищення вимог до їздових якостей та комфорту керування автомобілями визначають актуальність теми дослідження. Розробка нових конструкцій підвіски або вдосконалення існуючих є нагальною науково-технічною задачею, вирішення якої дозволить значно покращити як технічні характеристики автомобіля, так і його комфортність.

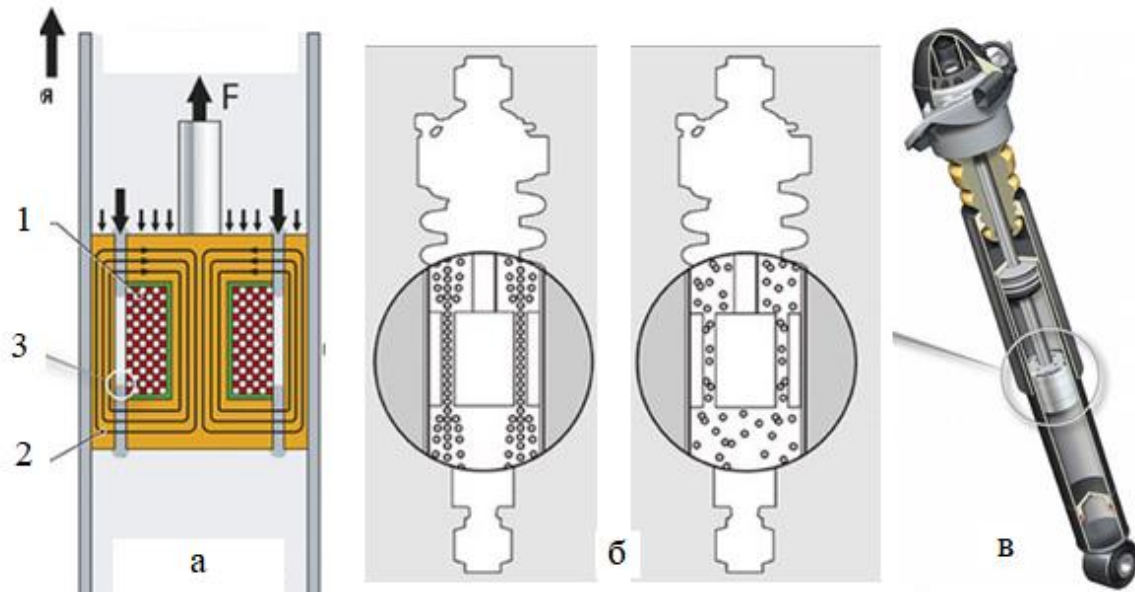
КЕРОВАНІ ЕЛЕМЕНТИ АКТИВНОЇ ПІДВІСКИ

Адаптивна підвіска – це різновид активної підвіски. В адаптивній підвісці хід амортизаторів змінюється залежно від стану дорожнього покриття та параметрів руху автомобіля. У деяких автотранспортних засобах хід амортизаторів може змінюватися у відповідності до керуючих сигналів від системи управління, що задається безпосередньо водієм. Конструкції сучасних адаптивних підвісок поділяються за два способами регулювання величини ходу амортизаторів:

- з використанням електромагнітних клапанів;
- з використанням магнітно-реологічної рідини.

Якщо в звичайному амортизаторі канали в рухомому поршні мають постійне проходження для рівномірного перетікання робочої рідини, то у адаптивних амортизаторів воно може змінюватися за допомогою спеціальних електромагнітних клапанів. Регулювальний клапан з керуючим соленоидом може перебувати в різних місцях: наприклад, всередині демпфера прямо на поршні, або зовні збоку на корпусі. В магнітно-реологічних амортизаторах регулювання жорсткості здійснюється за рахунок зміни консистенції маг-

нітно-реологічної (феромагнітної) рідини, якою наповнений амортизатор. Конструкція поршня такого амортизатора являє собою електромагнітний індуктор (обмотка зі струмом 1 і магнітопровід 2) з робочими отворами 3 (рис. 1, а)[5].



а – устрій; б – зміна консистенції рідини; в – вигляд в перетині
Рисунок 1 – Керований амортизатор з магнітною рідиною

У складі феромагнітної рідини є найдрібніші металічні часточки, які реагують на зміну магнітного поля навколо штока і поршня амортизатора. При збільшенні сили струму на соленоїді (електромагнітне), часточки магнітної рідини спрямовуються по силовим лініям поля, а рідина змінює свою в'язкість (концентрація рідини пропорційна напруженості магнітного поля), створюючи додатковий опір переміщенню поршня в середині амортизатора (рис. 1,б).

ВИСНОВКИ

1. Наведено визначення видів керованих підвісок автомобіля згідно загальним класифікаційним ознакам
2. Розглянуто принципи побудування керованих елементів, які застосовуються в адаптивних підвісках – амортизаторів, пружних балонів, стабілізаторів поперечної стійкості та важелів кріплення опори коліс.
3. Запропоновано обрати за проектне рішення пневматичний амортизатор з нерухомим магнітно-рідинним дроселем у виносній камері.

ЛІТЕРАТУРА

1. Подвеска автомобилей, типы и виды подвесок автомобиля, обзор. [Електронний ресурс]. <http://prosedan.ru/podveska-avtomobilej-tipy-i-vidy-podvesok-avtomobilya-obzor#i-5>
2. Автомобиль AudiTTCoupe 07. Ходовая часть. [Електронний ресурс]. – [2016]. – Режим доступу: <http://autoholding.net>.
3. Автомобиль Phaeton. Пневматическая подвеска. [Електронний ресурс]. – [2014]. – Режим доступу: <http://vwts.ru>.
4. Сафронов, Ю. Г. Активные подвески. Без электроники // Автомобильная промышленность / Ю. Г. Сафронов, А. В. Синев, В. С. Соловьев, М. М. Чепелев, М.: Машиностроение – № 3, 1992. – С. 25 – 26.
5. Обзор современных адаптивных подвесок автомобиля [Електронний ресурс]. – [2014]. – Режим доступу: <http://nauka-rastudent.ru/28/3354/>.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ИНЕРЦИОННОЙ МАССЫ РОЛИКОВОГО СТЕНДА

Мармут И. А.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

ВВЕДЕНИЕ

Для диагностирования тягово-тормозных качеств автомобилей наиболее приспособлены роликовые стенды инерционного типа [1]. Как показывают многие исследования, именно они дают наиболее достоверную информацию о техническом состоянии автомобиля [2]. Это касается параметров, определяющих точность моделирования на стенде реальных скоростных и тепловых режимов.

Результаты исследований

Металлоемкость инерционного стенда в большой степени определяется величиной приведенной массы стенда (моментом инерции). Рассмотрим возможность снижения этого параметра. При исследовании исходим из предположения, что значения приведенных инерционных масс колес и других вращающихся частей автомобиля (тормозные диски, ступицы и др.) не постоянны, а варьируют в каких-то пределах (прежде всего из-за износа протектора). Из-за этого возрастает ошибка определения тормозных сил на каждом колесе и стандартных показателей эффективности тормозной системы [3]: общей удельной тормозной силы - γ_t и коэффициента осевой неравномерности - K_n .

Для обоснования выбора оптимальной приведенной инерционной массы предлагается критерий, который можно сформулировать следующим образом. Приведенная инерционная масса стенда должна быть настолько большой, чтобы суммарная ошибка определения тормозной силы, вызванная погрешностью измерительной системы и неточным знанием стендовой приведенной массы, не превышала величины, допустимой стандартами.

Согласно [3], допустимая приведенная погрешность (далее – «погрешность») определения на стенде тормозной силы составляет $\pm 3\%$. Для инерционного стенда в нее входит погрешность измерительной системы (замер установившегося замедления) и погрешность определения приведенной массы стенда. Из теории измерений известно, что для данного случая погрешность определения тормозной силы составляет:

$$\varepsilon_p^2 = \varepsilon_j^2 + \varepsilon_m^2, \quad (1)$$

где ε_j - погрешность измерения замедления (измерительной системы); ε_m - погрешность определения приведенной стендовой массы (сюда входят приведенная масса вращающихся элементов стенда $m_{ст}$ и приведенная масса колес и связанных с ними вращающихся частей автомобиля – m_k , далее – “приведенная масса колес”).

Погрешность измерения замедления определяется конструкцией измерительной системы. Так, на стендах, согласно результатам метрологической аттестации, она составляет около $\pm 1\%$. Из формулы (1) определим допустимое значение ε_m :

$$\varepsilon_m = \sqrt{\varepsilon_p^2 - \varepsilon_j^2}. \quad (2)$$

Подставим в последнее выражение численные значения погрешностей:

$$\varepsilon_m = \sqrt{0,03^2 - 0,01^2} = 0,0283 (\pm 2,83\%).$$

Данная погрешность является относительной, поэтому она может быть определена по формуле

$$\varepsilon_m = \frac{\Delta m_{\text{CT}} + 2(\Delta m_{\text{K}})}{m_{\text{CT}} + 2m_{\text{K}}}, \quad (3)$$

где Δm_{CT} , Δm_{K} - абсолютные значения погрешностей измерения приведенных масс стенда и колес соответственно, кг; m_{CT} , m_{K} - истинные значения приведенных масс стенда и колес соответственно, кг.

Измерение приведенной инерционной массы стенда сводится к определению суммарного момента инерции роликов, маховиков и других деталей, приведенного к радиусу роликов. Затем m_{CT} вычисляется по формуле (6). Измерение момента инерции стенда и радиуса роликов выполняется известными методами с высокой точностью [4, 5]. Следует отметить, что в процессе работы детали стенда, в частности, рабочие ролики изнашиваются по поверхности качения. Поэтому со временем значение m_{CT} снижается. Это изменение можно определять при проведении периодических проверок. Учитывая вышеизложенное, ошибка Δm_{CT} является систематической, поэтому из формулы (3) ее можно исключить. Тогда предлагаемый критерий выбора приведенной инерционной массы стенда можно записать следующим образом:

$$\frac{\Delta m_{\text{K}}}{0,5m_{\text{CT}} + m_{\text{K}}} \leq (\varepsilon_m = 0,0283). \quad (4)$$

Это вызывает необходимость аналитически исследовать возможную вариацию приведенной массы колеса в зависимости от износа протектора и вариации характеристик шины (хотя бы в пределах стандартных допусков на изготовление шины). При этом используем элементы теории стендовых испытаний тормозов и действующие требования к состоянию тормозных систем. На участке установившегося торможения значение замедления определяется выражением:

$$j_{\text{уст}} = \frac{P_{\text{T}_i}}{0,5m_{\text{CT}} + m_{\text{K}}}, \quad (5)$$

где P_{T_i} - установившееся значение тормозной силы на колесе, Н.

Приведенные инерционные массы колеса и стенда вычисляются по формулам

$$m_{\text{K}} = I_{\text{K}}/r_{\text{K}}^2; \quad m_{\text{CT}} = I_{\text{CT}}/r_{\text{P}}^2, \quad (6)$$

где I_{K} - приведенный к оси колеса момент инерции колеса, шины и других связанных с колесом вращающихся частей автомобиля, кг·м²; r_{K} - радиус качения шины по ролику, м; I_{CT} - приведенный к оси ролика суммарный момент инерции роликов и других вращающихся частей стенда, кг·м²; r_{P} - радиус ролика, м.

Момент инерции колеса состоит из следующих составляющих: $I_{\text{об}}$, $I_{\text{ш}}$, $I_{\text{с}}$, $I_{\text{т}}$, $I_{\text{тр}}$ - соответственно моменты инерции обода, шины, ступицы, тормозного барабана или диска, трансмиссии (для ведущих колес). На инерционном стенде измеряется линейное замедление в контакте колеса с роликом - $j_{\text{уст}}$. Затем определяется значение тормозных сил по каждому колесу из формулы (5). После этого, в соответствии с требованиями [3], определяются фактические значения общей удельной тормозной силы $\gamma_{\text{т}}$ и коэффициента осевой неравномерности $K_{\text{н}}$.

Очевидно, что при определении тормозной силы на колесе к погрешности измерения замедления прибавится ошибка, вызванная неточным знанием приведенных инерционных масс (прежде всего – приведенной массы колеса). При контроле тормозов приведенную массу колес не измеряют. Обычно ее определяют расчетом по формуле (6). Однако данных по моментам инерции и радиусам качения шин по роликам почти нет. Условимся, в первом приближении, принимать радиус качения шины равным ее статическому

радиусу на плоскості, т.е. $r_k = r_{ст}$. Сложнее обстоит вопрос с моментом инерции. Этот показатель не предусмотрен стандартом на техническую характеристику автомобиля и шин. Поэтому он не публикуется в литературе, а зачастую даже не определяется. Измеряют его при специальных исследованиях и поэтому данные о моменте инерции колес случайны, отрывочны и не охватывают всех эксплуатируемых моделей шин.

Приведенная масса колеса автомобиля определяется по формуле:

$$m_k = (I_{ш} + I_{об} + I_c + I_t + I_{тр}) / r_k^2. \quad (7)$$

Она может варьировать под действием различных факторов и определяется величиной момента инерции шины и ее радиусом качения. Очевидно, что эти две величины существенно зависят от начальных характеристик покрышки (момента инерции и номинального диаметра, обусловленных качеством ее изготовления) и от степени износа протектора. По стандарту допустимые отклонения номинального диаметра и статического радиуса шины составляют $\pm 1\%$. Данные по вариации номинального момента инерции шин отсутствуют. Оценим эту вариацию аналитически.

Момент инерции цилиндрического тела определяется по формуле

$$I = \frac{m \cdot R^2}{2} = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H \cdot \frac{R^2}{2}, \quad (8)$$

где m - масса цилиндра, кг; R - радиус основания, м; ρ - плотность материала, кг/м³; H - высота цилиндра, м.

Отсюда видно, что момент инерции цилиндрического тела прямо пропорционален 4-й степени радиуса. Следовательно, можно предположить, что при допуске радиуса шины $\pm 1\%$, вариация момента инерции составит $\pm 4\%$.

Выводы

Результаты расчетов вариации момента инерции колес в зависимости от износа протектора показывают, что момент инерции колеса существенно зависит от степени износа протектора. Как показали проведенные расчеты вариации момента инерции колеса, связанной с износом протектора и износом металлических деталей тормозных механизмов (барабана или диска), момент инерции изнашиваемого слоя составляет около 30% от общего момента инерции колеса. Если в качестве номинального значения приведенной массы колеса m_k принять среднее между значениями m_k для нового и для полностью изношенного колеса, т.е. 0,85 значения для нового колеса, то формула (4) примет вид:

$$\frac{0,15m_k}{0,5m_{ст} + 0,85m_k} \leq 0,0283 \quad \text{или} \quad m_{ст} \geq 8,901m_k. \quad (9)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник / [Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П. та ін.] Під загальною редакцією В.П. Волкова. –Х.: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
2. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монография / Н.Я. Говорущенко. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 292 с.
3. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання: ДСТУ 3649:2010. – [Введ. 01.07.2011]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
4. Гернет М.М. Определение моментов инерции / М.М. Гернет, В.Ф. Рато-быльский. – М.: Машиностроение, 1979. – 247 с.
5. Сергеев А.Г. Метрологическое обеспечение эксплуатации технических систем: Учебное пособие / Сергеев А.Г. – М.: Изд-во МГОУ, 1994. – 487 с.

БОРТОВИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОСИЛОВІЙ УСТАНОВЦІ АВТОМОБІЛЯ TOYOTA PRIUS

Бажинов О. В., Панікарський О. С., Ходак С. С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

На теперішній час можна зустріти значну кількість гібридних автомобілів різних автовиробників, але досить мало інформації щодо оптимальних параметрів потужності електроприводу та ємності акумуляторів при експлуатації гібридів в мегаполісах України [1, 2].

Мета роботи

Створити дорожню лабораторію на базі гібридного автомобіля Toyota Prius II і дослідити енергетичні потоки в електросиловій установці. Виявити недоліки, які впливають на якості користування автомобілем при експлуатації в змішаному режимі. Дану лабораторію в подальшому використовувати в учбовому процесі.

Результати досліджень

Методи дослідження. Вимірювання напруги та струмів електродвигуна, генератора та акумулятора, обертів ДВС та швидкості автомобіля по GPS; обробка результатів за допомогою промислового блоку АЦП і запам'ятовування результатів в комп'ютерному файлі із заданим тактовим періодом.

Основою вимірювального комплексу (Рис. 1) є АЦП типу PCL-711B.

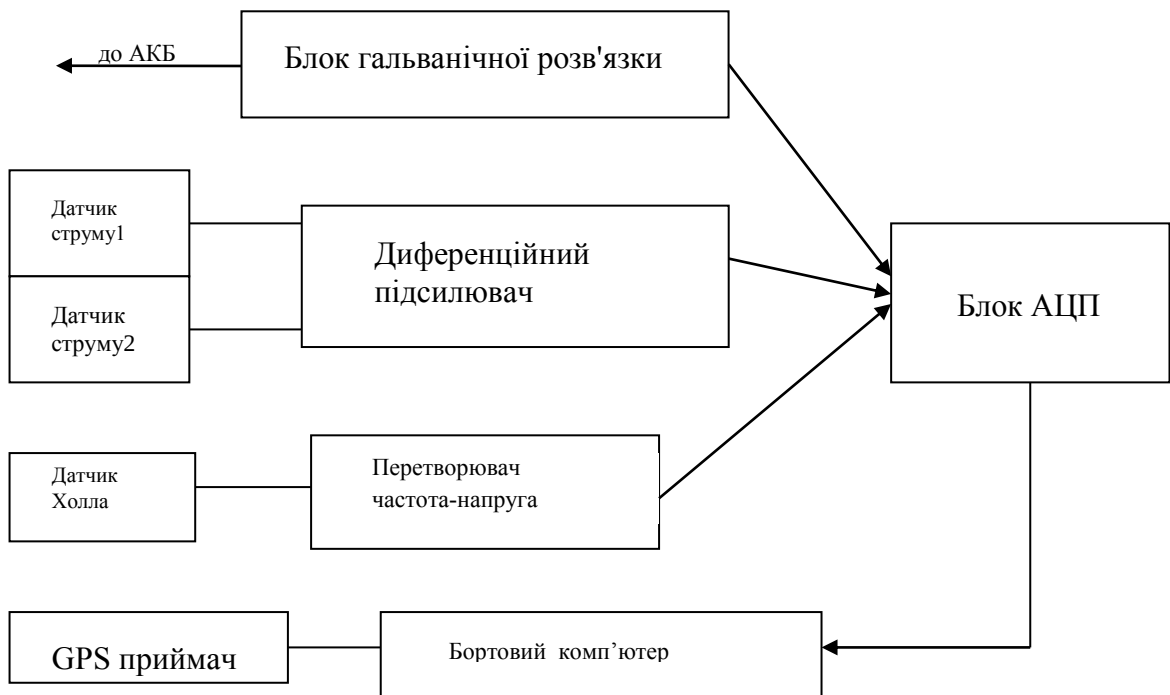


Рисунок 1 – Структурна схема комплексу

Для вимірювання струмів генератора і електродвигуна був застосований датчик, на основі двох датчиків Холла типу SS49E в диференціальному включенні, встановлений в корпусі інвертора на шині генератора.

Для посилення сигналу з датчика струму генератора використовується диференційний підсилювач на основі двох операційних підсилювачів типу AD820

Для вимірювання струму АКБ використовується датчик CSNA111 безконтактного типу на основі ефекту Холла. Для вимірювання оборотів ДВЗ використовується датчик Холла типу SS411, встановлений безпосередньо на котушці запалювання.

Вимірювання швидкості руху автомобіля здійснюється за допомогою датчика швидкості колеса, що входить до складу АВС.

Таріровка датчика швидкості виконується за допомогою GPS приймача BU-353. Для вимірювання напруги тягової АКБ використовується гальванічно розв'язаний підсилювач на основі високо-лінійного оптрона HCNR200

Сигнали з датчиків надходять в основний модуль, де відбувається їх перетворення до виду придатного для вимірювання за допомогою АЦП.

В ході проведення експерименту на автомобілі Prius необхідно визначити наступне:

1. Режим руху на електротязі при рівномірному русі і зарядженому акумуляторі:

а) визначити швидкість руху автомобіля при якій включається ДВЗ;

б) потужність електродвигуна при включенні ДВЗ;

в) потужність рециркуляції енергії через генератор.

Дані параметри необхідні для з'ясування тієї межі потужності ДВЗ яка є нераціональною при рівномірному русі

2. Режим руху на електротязі на крутий підйом

Необхідно визначити максимальну потужність електродвигуна при якій включається ДВЗ, незалежно від швидкості руху. Даний параметр також необхідний для визначення меж використання ДВЗ.

3. Спільна робота електродвигуна і ДВЗ при рівномірному русі.

Визначення синергетичного впливу електросилових агрегатів в процентному співвідношенні в залежності від швидкості руху і запаса енергії в акумуляторі. Вимірюються потужність електродвигуна, обороти ДВЗ, витрата палива, швидкість руху, рециркуляцію енергії генератора.

Визначається наскільки величина потужності йде на заряд АКБ впливає на питому витрату палива.

Спільна робота електродвигуна і ДВЗ при прискоренні відповідному європейському міському циклу (до $1\text{ м} / \text{с}^2$). Визначення процентного впливу ДВЗ і електродвигуна на показники потужності силової установки

4. Спільна робота електродвигуна і ДВЗ при максимальному прискоренні.

Вимірюються потужності електромашин, обороти ДВЗ і прискорення автомобіля.

Нижче приведено приклад оброблених результатів вимірів при рівномірному русі, гальмуванні та розгону, рис. 2. Умовні позначення:

I GB – струм тягової АКБ, А

I generator's – струм генератора, А

Speed km/h – швидкість руху, км/год.

I EM – струм електродвигуна, А

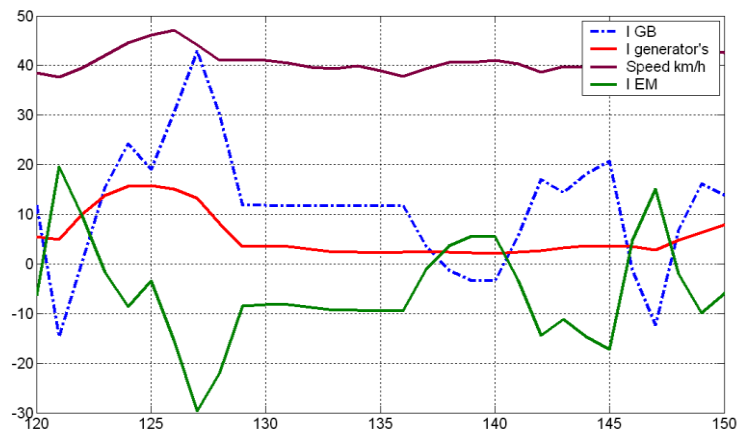


Рисунок 2 – Параметри при рівномірному русі

Відображення одержаних результатів в аналоговій формі на екрані монітора, представлено на рис. 3.



Рисунок 3 – Вимірювальний комплекс на автомобілі

Висновки

Вперше в Україні створена дорожня лабораторія для дослідження електромеханічних процесів в гібридному автомобілі. Одержані результати свідчать, що акумуляторна батарея Toyota Prius II має недостатню енергоємність і заявлена витрата палива в 3,9 л на 100 км в змішаному циклі руху є заниженою. ДВС на заряді акумулятора працює не ефективно витрачаючи корисно лише незначну частину своєї потужності. Ефективність рекуперативного гальмування також може бути покращена при збільшенні енергоємності акумулятора.

Автомобіль Toyota Prius II обладнаний нікель-метал-гідридним акумулятором застарілої конструкції з великим внутрішнім опором і недостатньою ємністю. В процесі експериментів встановлено, що при рухові в міському циклі акумулятор одержує декілька повних та неповних циклів розряду-заряду протягом години руху. Нікельметалгідридний акумулятор може витримувати близько 3000 повних циклів або 6000-9000 напівциклів заряду-розряду [3]. Таким чином акумулятор Toyota Prius прослужує 1-3 роки при інтенсивній експлуатації замість прогнозуємих 8 років.

При зниженні якості акумулятора необхідна заміна на літій полімерний акумулятор з енергоємністю в 2÷7 рази більшою. Можна використовувати батареї для електроскутерів ємністю 10÷20 А*год із комірками для усунення перезаряду.

Наші висновки про те, що оптимальний гібридний автомобіль має бути спроможним проїхати на електротязі що найменше 30 км підтверджується експериментально в роботі [4], а також теоретичною моделлю гібридного автомобіля в книзі[5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Ряд гибридных авто обходятся в содержании дороже традиционных // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=36880>.
2. Гибридный автомобиль на базе УАЗ Cargo Московского Государственного технического университета МАМИ // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: http://www.uazbuka.ru/models/uaz.hybrid_2014.html.
3. Гібридні автомобілі / Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А. та ін // . – Х.: ХНАДУ, 2008, -327 с.
4. Бажинов А. В. Пути снижения стоимости подзаряжаемого гибридного автомобиля / А. В. Бажинов, В. Д. Двадненко, С.А. Сериков та ін. // Вісник СевНТУ. – 2012. – №. 134. – С. 36-39.
5. Бажинова Т. О., Борисенко А. О. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів – Монографія – Харків, ХНАДУ, 2016. –153 с.

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ В СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Сабокар О. С., Стрельнікова В. А., Чаплигін Є. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Створення нових автоматизованих систем виробництва є однозначним рішенням супутніх проблем виготовлення деталей або їх елементів. Яскравим прикладом стала поява систем індукційного нагріву в технологіях виробництва транспортних засобів. Так, використання швидкого і локального безконтактного нагріву металевих поверхонь дозволило істотно удосконалити виготовляються деталі. Актуальність даної роботи полягає у визначенні нових напрямків у створенні та впровадженні систем індукційного нагріву в технологічні процеси обслуговування і ремонту транспортних засобів.

Устаткування систем індукційного нагріву можна розділити на дві основні складові: джерело змінного магнітного поля – індуктор і джерело живлення індуктора, який представляє собою джерело напруги або струму високої частоти.

Технології обробки металів з використанням систем індукційного нагріву мають широку сферу застосування яка постійно збільшується у зв'язку із зростанням потреб виробництва, появою нових технологій і задач. Саме з цієї причини дане обладнання має велику кількість варіантів його технічної реалізації.

Мета роботи – визначення альтернативної технології індукційного нагріву для вирішення завдань ремонту та обслуговування транспортних засобів шляхом виконання аналізу досягнень і розвитку сучасних систем індукційного нагріву та їх розвитку.

Матеріали та результати досліджень. В основі принципу побудови конструкції індукційних систем і їх можливих комбінацій лежить задача досягнення найбільш оптимальної передачі енергії магнітного поля для її трансформації в теплову через індуковані в металі струми. Так, під кожну технічну операцію розраховується і обирається конструкція індуктора.

Прямокутні одновиткові індукторні системи використовуються для виконання таких операцій як пайка або індукційне зварювання масивних провідників. Вибір таких форм виконавчого інструменту обумовлюється необхідністю в досягненні висококонцентрованих індукованих струмів в зоні утворення механічних зв'язків. Більш докладно про подібного роду операції з використанням надпотужних систем індукційного нагріву можна ознайомитись в матеріалах [1].

Циліндричні індукторні системи займають значну частку з усієї лінійки застосовуваних форм індукторів, за рахунок того, що подібна конструкція забезпечує досить високий коефіцієнт електромагнітного зв'язку між індуктором і заготівкою, а сама конструкція проста у виготовленні.

Багатовиткові індукторні системи з двома і більше робочими площинами укладання провідника є вирішенням проблеми поверхневого нагріву металів, об'єктів довільної форми або об'єктів, форма і конфігурація яких не допускають їх повного нагріву в середовищі чинного змінного електромагнітного поля [2].

Виходячи з основних вимог до електричних апаратів даної сфери застосування [3] джерело живлення змінної напруги високої частоти повинен володіти стійкими параметрами роботи до яких можна віднести амплітуду вихідної напруги живлення і стійкість вихідної частотної характеристики незалежно від зміни параметрів навантаження в якості якої виступає система «об'єкт – індуктор».

Помножувачі частоти мають статичний принцип роботи заснований на використанні гармонік вищих порядків з'являються при спотворенні форм основного сигналу харчування. Електромеханічні перетворювачі на певному періоді часу займали основну позицію серед частотних інверторів високої частоти. Принцип їх роботи ґрунтувався на генерації високої частоти за допомогою синхронних генераторів розташованих співвісно з асинхронними двигунами. Основним недоліком механічного перетворювача була обмеженість максимальної вихідної частоти живлення [4]. Альтернатива до двох попередніх способів є тиристорний перетворювач частоти. Використання напівпровідникової техніки істотно удосконалило системи і комплекси індукційного нагріву, а також розширило область їх застосування. До недоліків використання тиристорів можна віднести їх режими роботи і умови комутації.

Подальший розвиток напівпровідникової техніки супроводжувало появу перетворювачів частоти з використанням високочастотних сильнострумових транзисторів виготовлених за технологією IGBT або MOSFET. Контролювання процесів комутації ключів частотного перетворювача дозволяє досягати найбільш оптимальних режимів роботи системи індукційного нагріву.

Крім класичних операцій індукційного нагріву, даний метод безконтактного нагріву може мати більш широку сферу застосування. Так, індукційний нагрів може бути застосований в технологіях ремонту та обслуговування вузлів і деталей машин, а саме транспортних засобів. Передбачаються наступні технологічні операції:

- попередній нагрів різьбових з'єднань, які зазнали корозії для їх демонтажу;
- попередній нагрів не різьбових з'єднань перед їх демонтажем;
- нагрів клейових з'єднань для їх демонтажу без пошкодження основних елементів (демонтаж скла);
- виконання рихтування дрібних вм'ятин кузовних елементів транспортних засобів без пошкодження зовнішнього лакофарбового покриття.

Оскільки перераховані вище операції свідомо не вимагають створення будь-яких унікальних конфігурацій діючих полів, в основі розробки параметрів індуктору покладено принцип досягнення найбільшого електромагнітного зв'язку. Як відомо, такою властивістю володіють індуктори циліндричної форми і індуктори з використанням феромагнітних концентраторів. Варіації форм останніх, дають можливість отримувати найбільше значення ККД процесу нагріву.

Джерело напруги високої частоти, як одна з найбільш важливих складових повинне бути виконане з найбільш оптимальними технічними рішеннями. Дана вимога пов'язана з необхідністю створення дешевого робочого зразка що реалізує задану потужність. Як показують первинні розрахунки, для загальних випадків процесу нагріву металів заданого обсягу, необхідна потужність лежить в діапазоні до 2 кВт. При частоті діючих полів від 20 до 50 кГц, необхідна вихідна потужність з високим ККД перетворення, може бути реалізована напівмостовим перетворювачем, виконаним на силових IGBT або MOSFET транзисторах.

Даний підхід, а саме комбінація індукторів ефективної форми з найбільшим коефіцієнтом електромагнітного зв'язку і перетворювача частоти напруги живлення дозволить отримати систему індукційного нагріву з широкою номенклатурою виконуваних операцій при низькій собівартості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Induction heating applications [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://www.efd-induction.com/en/Download/Brochures.aspx>
2. Inductionbrazing [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://www.efd-induction.com/en/Download/Brochures.aspx>
3. Слухоцький А. Є. Установки індукційного нагріву / А. Є. Слухоцький. - Львів. : Енергоіздат, 1981. – 328 с.
4. Simpson P. G. Induction heating. Coil and System Design = Индукционный нагрев. Дизайн соленоїда та системи / McGraw-Hill Book Company Inc./ New York / Toronto / London – 1960 – Р. 295.

ІНДУКТОРНА СИСТЕМА З ЕКРАНОМ, ЩО ПРИТЯГУЄ, ТА ПЛОСКИМ ПРЯМОКУТНИМ СОЛЕНОЇДОМ – ІНСТРУМЕНТ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОГО ПРИТЯГАННЯ

Чаплигін Є. О., Барбашова М. В., Оковита Я.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Системи магнітно-імпульсного притягання заданих ділянок тонкостінних листових металів знаходять все більше застосування не тільки в модельних експериментах, але і в реальних виробничих операціях. Це, наприклад, зовнішнє рихтування автомобільних кузовів з вм'ятинами, штампування притяганням випуклих рисунків, зчленування-розчленування збірних металевих конструкцій та ін.

Особливе місце серед інструментів магнітно-імпульсного притягання займають «індукторні систем з екраном, що притягує (ІСПЕ)», принцип дії яких заснований на взаємному притяганні провідників з однаково спрямованими струмами (закон Ампера [1]). Принципово, такі системи включають джерело магнітного поля – це плоский прямокутний соленоїд, допоміжний провідний екран і листовий метал, що обробляється. Поле соленоїда збуджує в екрані і листовому металі односпрямовані вихрові струми Фуко. Оскільки екран жорстко зафіксований, притягання в сенсі механічної реакції відчуває лише об'єкт обробки. Силowe магнітно-імпульсний вплив призводить до витягування заданої ділянки на його поверхні [2,3].

Результати досліджень. У даній роботі представлений теоретичний аналіз електромагнітних процесів в робочій зоні ІСПЕ, які збуджуються полем прямокутного соленоїда, за допомогою найпростішої фізико-математичної моделі, представленої компланарними паралельними провідниками.

Постановка завдання – розрахункова модель, отримана уявним осьовим розрізом (А-А) поздовжньої частини ІСПЕ в області робочої зони, представлена на рисунку 1. Вплив замикаючих поперечних струмопроводів на які відбуваються електромагнітні процеси вважаємо несуттєвим.

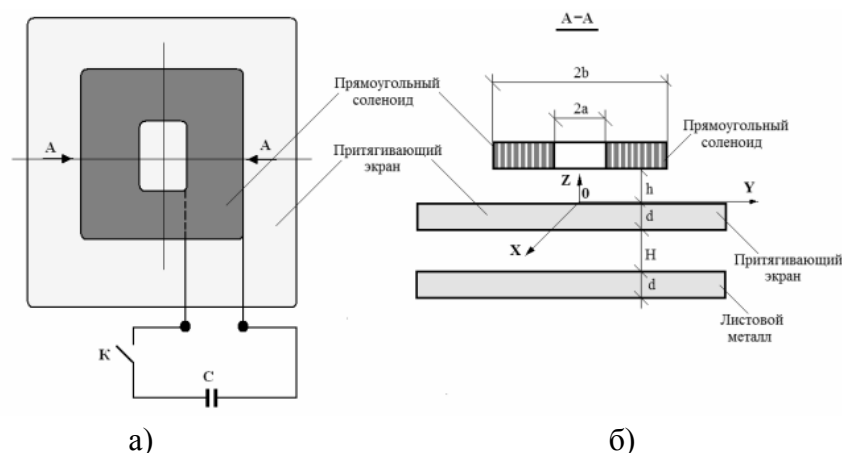


Рисунок 1 – Схематичне зображення і розрахункова модель ІСПЕ:
а) схема ІСПЕ (вид зверху), C – ємність, K – комутатор; б) розрахункова модель в декартовій прямокутній системі координат (переріз А-А)

Рішення поставленого завдання проведено аналогічно роботі [4]. Рівняння Максвелла для збуджуваних складових вектора електромагнітного поля ($E_x \neq 0, H_{y,z} \neq 0$), перетворених за Лапласом з урахуванням нульових початкових умов, мають вигляд [5-7]:

$$\begin{cases} \frac{\partial H_z(p, y, z)}{\partial y} - \frac{\partial H_y(p, y, z)}{\partial z} = j_x(p, y, z); \\ \frac{\partial E_x(p, y, z)}{\partial z} = -p\mu_0 \cdot H_y(p, y, z); \\ \frac{\partial E_x(p, y, z)}{\partial y} = p\mu_0 \cdot H_z(p, y, z); \end{cases} \quad (1)$$

$$\frac{\partial E_x(p, y, z)}{\partial z} = -p\mu_0 \cdot H_y(p, y, z); \quad (2)$$

$$\frac{\partial E_x(p, y, z)}{\partial y} = p\mu_0 \cdot H_z(p, y, z); \quad (3)$$

де p – параметр інтегрального перетворення Лапласа; $E_x(p, y, z) = L\{E_x(t, y, z)\}$; $H_{y,z}(p, y, z) = L\{H_{y,z}(t, y, z)\}$; $j_x(p, y, z) = L\{j_x(t, y, z)\}$.

У загальному випадку щільність струму в правій частині рівняння (1) записується у вигляді:

$$j_x(p, y, z) = (p \cdot \epsilon_0 + \gamma) \cdot E_x(p, y, z) + j_i(p, y, z) \quad (4)$$

де $j_i(p, y, z)$ – щільність стороннього струму в обмотці індуктора, $j_i(p, r, z) = j_i(p) \cdot f(y) \cdot \delta(z-h)$, $f(y)$ – функція поперечного розподілу щільності струму, що збуджується, $f(y) = \sum_{k=1}^N [\eta(|y| - (a + g \cdot 2(k-1))) - \eta(|y| - (a + g \cdot (2k-1)))]$, $j_i(p) = L$ -зображення тимчасової залежності щільності струму, що збуджується, $\delta(z-h)$ – дельта-функція Дірака, $\eta(y)$ – ступінчаста функція Хевісайда, ϵ_0 – діелектрична проникність вакууму.

Після проведення аналітичних рішень цих рівнянь, до отриманих виразів застосовується низькочастотний режим, який являє собою деяку ідеалізацію, що припускає інтенсивні процеси проникнення крізь металеві елементи в системі. Умовою його реалізації є виконання нерівності [2-4]:

$$\omega \cdot \tau \ll 1, \quad (5)$$

де ω – колова частота збуджуючого сигналу, $\tau = \mu_0 \gamma d^2$ – характерний час дифузії поля в тонкостінному провіднику [5]. Слід підкреслити практичну корисність даної ідеалізації, незважаючи на неможливість її абсолютного здійснення. Вона дозволяє отримати прості співвідношення для характеристик електродинамічних процесів і встановити орієнтири, до яких слід прагнути при створенні реальних індукторних систем для магнітно-імпульсного притягання металів.

Після переходу в простір оригіналів отримуємо вирази для щільностей струму:

а) в екрані:

$$j_s(t, y) = \left(\frac{\mu_0 \cdot \gamma \cdot j_m}{2} \right) \cdot \frac{dj_i(t)}{dt} \times \int_0^\infty \frac{f(\lambda)}{\lambda^2} \cdot e^{-\lambda \cdot h} \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot d}) \cdot \sin(\lambda y) d\lambda \quad (6)$$

б) у листовому металі:

$$j_{\text{лм}}(t, y) = \left(\frac{\mu_0 \cdot \gamma \cdot j_m}{2} \right) \cdot \frac{dj_i(t)}{dt} \times \int_0^\infty \frac{f(\lambda)}{\lambda^2} \cdot e^{-\lambda \cdot (h+d+H)} \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot d}) \cdot \sin(\lambda y) d\lambda \quad (7)$$

де j_m – амплітуда щільності струму в соленоїді, $j_i(t)$ – часова функція, $f(\lambda) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^\infty f(y) \cdot \sin(\lambda y) dy$, $f(y)$ – функція поперечного розподілу щільності струму в обмотці соленоїду.

Формули (6) і (7) визначають вихрові струми, які збуджуються зустрічно спрямованими струмами обмотки прямокутного соленоїда в екрані і листовому металі.

Розподілена сила притягання вм'ятини довжиною - D і глибиною - H в листовому металі при жорстко фіксованому екрані буде описуватися наступною залежністю [1]:

$$F_{\text{attr}}(t, y) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot j_z(t, y) \cdot j_{\text{лм}}(t, y) \cdot \frac{D}{H}, \quad (8)$$

де D – розмір (довжина), H – глибина вм'ятини.

Сила магнітного тиску на метал вм'ятини в листовому металі визначається[1]:

$$F_{\text{rep}}(t, y) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot j_i(t, y) \cdot j_{\text{лм}}(t, y) \cdot \frac{D}{H}. \quad (9)$$

Висновки

Проведений теоретичний аналіз електромагнітних процесів у робочій зоні індукторно-ручної системи з екраном, що притягує, та прямокутним соленоїдом, дав змогу отримати розрахункові співвідношення для вихрових струмів, які збуджуються зустрічно спрямованими струмами обмотки прямокутного соленоїда в екрані і листовому металі. Визначено вирази для детермінації розподіленої сили притягання вм'ятини в листовому металі при жорстко фіксованому екрані, а також сили магнітного тиску на об'єкт обробки. За допомогою отриманих аналітичних виразів маємо змогу зробити в подальшому чисельні оцінки ефективності ІСПЕ, яка запропонована.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яворский Б.М. Справочник по физике / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф, – М: Наука, 1968. – 940 с.
2. Batygin Yuri V. Pulsed electromagnetic attraction of nonmagnetic sheet metals / Yuri V. Batygin, Sergey F. Golovashchenko, Andrey V. Gnatov // Journal of Materials Processing Technology. – Elsevier. – 2014. – № 214 (2). – P. 390–401.
3. Batygin Yuri V. Pulsed Electromagnetic Attraction Processes for Sheet Metal Components / Yuri V. Batygin, Sergey F. Golovashchenko, Andrey V. Gnatov, Evgeniy A. Chaplygin // Proceedings of the 6th International Conference High Speed Forming, May 26 – 29 2014, – DAEJEON, KOREA. – P.253 – 260.
4. Ю. В. Батыгин Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Том 1. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Издание второе, переработанное и дополненное / Ю.В. Батыгин, В.И. Лавинский, Л.Т. Хименко – Х: МОСТ-Торнадо, 2003. – 284 с.
5. Шнеерсон Г.А. Поля и переходные процессы в аппаратуре сильных токов. 2-е издание, переработанное и дополненное / Г.А. Шнеерсон. – М: Энергоиздат, 1992. – 413с.
6. Ландау Л. Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц– М: Наука, 1982, – 620с.
7. Корн Г. Справочник по математике / Г.Корн, Т.Корн – М: «Наука», 1973, – 831с.

АВТОМАТИЗОВАНІ ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Шавкун В. М., Чубенко В. В.

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна

ВСТУП

Безперервне зростання складності конструкції транспортних засобів викликає посилювання норм, допусків і технічних вимог. Наслідком цього є збільшення числа необхідних регулювань і контрольних-профілактичних операцій і в той же час числа чинників, що роблять вплив на працездатність того або іншого вузла. Зростання складності технічних пристроїв вимагає підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу і витрат часу на пошук несправностей та їх усунення.

Інтуїтивні методи і, індивідуальні професійні способи оцінки технічного стану вузла або агрегату малоефективні, часто не об'єктивні. Найбільш точну оцінку дає технічне діагностування за допомогою спеціальних пристроїв, стендів [1,2].

Актуальність дослідження полягає в необхідності впровадження та застосування сучасних засобів і методів технічного діагностування транспортних засобів, зокрема гібридних тролейбусів. Переваги тролейбусів з автономним ходом перед звичайними – додаткова економія, підвищена маневреність і можливість пересування по маршрутах, що недоступні для інших тролейбусів.

Мета роботи – обґрунтування необхідності впровадження та застосування на підприємствах міського електричного транспорту засобів і методів контролю технічного стану електрообладнання гібридних тролейбусів.

Матеріали та результати досліджень. Використання засобів технічного діагностування вузлів і агрегатів рухомого складу на підприємствах міського електричного транспорту дозволить звільнити людину від одноманітної і важкої фізичної праці, підвищити продуктивність, надійність функціонування технологічного обладнання і якість виконання технічного обслуговування.

Основна функція діагностичних засобів - вимірювання діагностичних параметрів. Розробляють методи для вимірювання діагностичних параметрів при роботі обстежуваної машини (вузла) в заздалегідь заданому режимі. Отримані результати обробляються оператором або логічним пристроєм.

В роботі обґрунтовано необхідність розробки та експлуатації гібридних тролейбусів та запропоновано сучасний засіб діагностування електрообладнання гібридних тролейбусів – комплект обладнання розподіленої системи управління (система CAN – Controller Area Network).

Сучасне автомобілебудування, де насиченість електронікою значно вища, давно зіткнулося з цією проблемою. Ще в середині 80-х років з'явилося кілька рішень цього завдання. Найпростішою, надійною, недорогою, але при цьому гнучкою і перешкодостійкою виявилася система цифрового каналу зв'язку між усіма пристроями на CAN-інтерфейсі. CAN застосовується в більшості Європейських легкових автомобілів. Виробники вантажівок і позашляховиків в подальшому планують застосовувати саме цю технологію. CAN – це цифровий зв'язок між вузлами, що використовує мінімальну кількість проводів при збереженні високої надійності зв'язку [3].

У місцях розташування електрообладнання на рухомому складі встановлюються мікроконтролери (МК), які з'єднані між собою за допомогою цифрового каналу зв'язку.

На кожен блок підключений до джерела живлення. Всі блоки повідомляють стан обслуговуваних ними систем і команди іншим блокам з інформаційного каналу і, відповідно, кожен блок управляє своїм обладнанням, знаючи одночасно, що відбувається у всій системі [3].

Висновки

Доцільність практичного застосування того або іншого методу і відповідних засобів діагностики можна оцінити точністю вимірювання, технологічністю операцій діагностування і економічною ефективністю впровадження.

Точність і економічна ефективність визначаються показниками надійності, а технологічність – простотою і зручністю користування методами і засобами діагностування, стабільністю їх дій і пристосованістю до конкретних умов технічної експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шавкун В. М. Исследование влияния эксплуатационных факторов на параметры нагружения силового электрооборудования троллейбусов / В. М. Шавкун, А. А. Певная, О. Б. Уваров // Научное периодическое издание "OMEGA SCIENCE". – Уфа: 2015. ISSN 2410 – 700X, № 11, в двух частях. Ч. 1, С. 64 – 67.
2. Веклич В.Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.
3. Електронний ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network.

ЕЛЕКТРОННИЙ ПАСПОРТ ПОВНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Грабар І. Г.

Житомирський національний агроекологічний університет, Україна

ВСТУП

В процесі проектування та експлуатації технологічних і транспортних машин є нагальна потреба максимально точного відтворення законів руху як окремих вузлів, агрегатів, робочих органів, так і машин в цілому. І якщо в умовах стаціонарних режимів експлуатації на даний час існує достатньо багато моделей відтворення і експериментальної перевірки цих законів, то у випадку **нестационарних задач** практично відсутні як теоретичні, так і експериментальні методи.

Результати дослідження

Будь-яка різка зміна режиму роботи двигуна транспортної машини через трансмісію, ведучі колеса, взаємодію з дорожнім покриттям приводить до нестационарного руху АТЗ в цілому (змін швидкості та прискорення АТЗ). Ця задача ще більш ускладнюється, коли на еволюцію режимів роботи двигуна впливають випадкові змінні (настрій, психофізичний стан та характер водія, непередбачувані фактори навколишнього середовища, стан дорожнього покриття, погодні фактори тощо).

Сучасний стан розвитку програмних і апаратних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій, розвиток теорії «Великих даних» (Big DATA), дозволяє запропонувати кардинально нову концепцію реєстрації, збереження, обробки та відображення інформації про режими та умови експлуатації технологічних та транспортних машин протягом тривалого часу експлуатації (бажано – на протязі всього циклу експлуатації, аж до повного відпрацювання ресурсу). Така інформація вкрай необхідна для кількісної ідентифікації моделей системи «водій-автомобіль-дорога-середовище», причому практично в режимі ON LINE, з жорсткою прив'язкою всіх еволюцій швидкості і прискорення до абсолютного часу. Саме наявність такого електронного протоколу дозволяє відтворити всю чи будь-яку частину експлуатації, встановивши кінематичні та динамічні режими руху ТЗ чи режими роботи технологічної машини у форматі: «рік-місяць-день-година-хвилина-секунда-мілісекунда».

Нами поставлена та розв'язана задача побудови електронного протоколу реєстрації експлуатаційних режимів технологічних і транспортних машин та запропоновано програмно-апаратний комплекс ЕПРА-1 та ЕПРА-2, описано його принцип роботи, принципову схему, конструкцію, приклади виконання та досвід випробовування, експлуатації і рекомендації до впровадження, а також виготовлено партію дослідних зразків [1-3].

З нашої точки зору, масове впровадження ПАК ЕПРА дозволяє ставити та вирішувати цілий клас нових конструкторських, експлуатаційних, правових, контрольно-наглядових, психофізичних та інших задач:

- Уточнення режимів експлуатації на ресурс машини та її вузлів;
- Побудови ідентифікаційних моделей ВАДС та її складових;
- Оцінка витрат пального;
- Час (карта) роботи і простоїв ТЗ чи технологічної машини;

- Об'єктивне відтворення кінетики руху ТЗ при розслідуванні ДТП та встановлення точного часу пригоди;
- Відтворення більшості експлуатаційних властивостей ТЗ (технологічної машини);
- Психофізичний стан водія (оператора) та його професійна придатність;
- Підвищення правової свідомості та добросовісності водія (оператора) у відношенні дотримання правил дорожнього руху, до роботи і машини та ін..

Впровадження ЕПРА здатне суттєво вдосконалити теорію автомобіля, особливо – в перехідних режимах і нестаціонарній постановці, його взаємодію з опорною поверхнею, аеродинаміку, експлуатаційні властивості.

Накопичення великих даних (Big DATA) повних історій експлуатації та їх обробка дозволяє кількісно (через скалярну міру) систематизувати умови експлуатації, що визначаються взаємодією конструкції, механіки та енергетики АТЗ. Інформація ЕПРА суттєво впливає на ідентифікацію (розпізнавання) більшості із експлуатаційних властивостей АТЗ. Розшифровка інформації ЕПРА дозволяє повністю відтворити 4 із 8 основних експлуатаційних властивостей (тягово-швидкісні, гальмівні, прохідність, плавність руху) та частково – ще дві (паливну економічність та керованість), а також оцінити динаміку шкідливих викидів. Обробка інформації електронного протоколу повної експлуатації технологічної чи транспортної машини дозволяє суттєво вдосконалити методологію прогнозування ресурсу та показників надійності вказаних машин [4-5].

Використання ЕПРА надає нові можливості для експериментального вивчення сенсорних характеристик водія безпосередньо в динамічних ситуаціях системи ВАДС. Адже водій – елемент зі змінними параметрами системи ВАДС, що характеризується:

1. Надбанням навичок в процесі самовдосконалення і навчання;
2. Здатністю до аналізу своєї діяльності, узагальненню накопичених знань, спостережень, досвіду, які до сьогоденного дня не мають об'єктивного оцінювання;
3. Схильністю до запам'ятовування, зберігання та відтворювання інформації та навичок;
4. Свідомих та несвідомих порушень правил дорожнього руху, що збільшують ймовірність ДТП;
5. Адаптацією до зміни умов діяльності;
6. Повторенням помилок, статистичним порушенням одних і тих же пунктів правил дорожнього руху;
7. Вмінням в одних випадках компенсувати відмови в системі ВАДС винахідливою зміною своїх дій, в інших – створювати нові відмови і небезпеки;
8. Нестабільністю поведінки;
9. Наявністю інстинктів, рефлексів, підсвідомих реакцій;
10. Впливом на ефективність роботи втоми, хвороб, вікових змін, ліків, алкоголю, наркотичних речовин тощо.

При вивченні професійних якостей водія використання ЕПРА надає колосальні додаткові можливості до розробки кількісних критеріїв (котрі не виключено в недалекому майбутньому вдасться звести до єдиної скалярної міри – інтегрального показника людини-оператора) кожної із складових 1-10, тобто там, де до сьогоденного дня царює лише суб'єктивне якісне оцінювання. Адже відомо, що традиційні спостереження за професійною діяльністю людини при виконанні нею більш-менш складних дій можуть не мати необхідної наукової строгості, грішити суб'єктивністю, підпадати під впливи фізичної і психологічної неповторності особистості, її характеру.

Інтенсивна розробка і впровадження як в транспортних, так і в технологічних машинах підсилювачів органів управління, маніпуляторів, систем штучного інтелекту (СШІ)

призводить до того, що роботі водія (оператора) все менш притаманні фізичні навантаження, і все більше вимог до швидкого мислення, миттєвого прийняття рішення, підвищує вимоги до високої професійної надійності в умовах високих нервово-емоційних навантажень. І саме ця тенденція, де значення фізичних зусиль, як кількісної характеристики професійної діяльності водія (оператора), зміщується на другий план, як ніколи вимагає нових підходів для експериментального дослідження правильності прийнятих рішень в екстремальних ситуаціях.

Як показує світова практика багаторічних спостережень, на першому місці серед причин ДТП стійко займає перевищення допустимої чи доцільної швидкості АТЗ в даних конкретних умовах (48...55%).

Схожий результат дає фактор збільшення інтенсивності транспортного потоку, коли основну увагу водій зосереджує на автомобілі, що рухається безпосередньо попереду. Час, що приділяє водій новому об'єкту в динамічній моделі дорожньо-транспортної ситуації, для кожного водія індивідуальні. Цей час можна збільшити, зменшивши швидкість руху (якщо дозволяє загальний транспортний потік). Крім цього, характеристики сенсомоторних реакцій водія носять ймовірнісний характер.

Вважається, що водієм-любителем (категорія В) може стати практично кожен громадянин. При цьому для операторів інших транспортних засобів – літаків, поїздів, морських і річкових суден тощо – у всьому світі розроблені і діють спеціальні вимоги і умови професійної придатності.

Саме застосування ЕПРА має максимально збільшити об'єктивність оцінок водія (оператора) транспортних і технологічних машин, надати неоціненну допомогу в створенні математичних моделей поведінки системи ВАДС в цілому та її складових, розробці критеріїв професійної придатності водіїв всіх АТЗ на основі 100% протоколювання динаміки руху технологічних і транспортних машин.

Характеристики розробки:

Завдяки унікальному алгоритму реєстрації, обробки та архівування інформації ЕПРА дозволяє відтворити всю історію експлуатаційних режимів машини: кінетику пробігу в часі, а також кінетику швидкості, прискорення та шкідливих викидів двигуна з кроком 1 м всього періоду експлуатації (до 25 років) та загальним пробігом 500000 км, вмістивши її на флеш-пам'ять 4-8 ГБт. Загальна кількість точок реєстрації за весь пробіг: $(5...10) \cdot 10^8$.
Можливості застосування:

Запропонована розробка може бути корисною в:

- Створенні автоматизованих систем в сільському господарстві, на транспорті, промисловості;
- Керуванні виконавчими механізмами (реле, електродвигунами, електромагнітами, гідро- та пневмоциліндрами і т.п.);
- Автоматизований вимір кутової швидкості трансмісій;
- Автоматизоване вимірювання кінематичних та силових характеристик та ін.

Висновки

1. Обґрунтована актуальність розробки та масового впровадження електронних паспортів повної експлуатації технологічних та транспортних машин, що дозволить суттєво вдосконалити як теорію технологічних і транспортних машин, так і цілий комплекс задач надійності, паливної економічності машин, а також психофізичних параметрів людини-оператора.

2. Показано, що повна електронна реєстрація повної експлуатації транспортного засобу (пробіг 500 тис. км та термін експлуатації до 25 років) може бути відтворена з кроком 1 м та точною прив'язкою до абсолютного часу (рік-місяць-день-година-секунда-мілісекунда). При цьому необхідний об'єм флеш-пам'яті не перевищує 4...8 ГБайт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грабар І.Г. Електронний паспорт руху транспортного засобу / І.Г.Грабар, В.М.Іванченко, Д.Л. Калінкін., О.П.Кухарчук // ВІСНИК ЖДТУ. Технічні науки. – 2009. - № 4 (51), с.12-19
2. Грабар І.Г. Современные методы и средства сбора, сохранения и обработки информации на разных этапах создания подвески транспортных средств / І.Г. Грабар, С.В. Мельничук, В.М. Іванченко // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2007 : сб. науч. тр. по материалам международной научно-практической конференции. – Т. 1. Транспорт. – С. 55–60.
3. Грабар І.Г. Мікроконтролери та методологія створення програмно-апаратних комплексів для дослідження динамічних параметрів трансмісій / І.Г. Грабар, В.М. Іванченко, В.О. Ломакін // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2009. – № 2 (49). – С. 32–40.
4. Грабар І.Г. Основи надійності машин / І.Г. Грабар. – К. : ІЗМН, 1999. – 298 с.
5. Грабар І.Г. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем / І.Г.Грабар, Ю.Г.Даник, С.В.Ковбасюк, О.О.Писарчук// Навчальний посібник. – Житомир. – ЖВІ ім.С.П.Корольова. – 2015. – 680 с.

ДЛЯ НОТАТОК

МАТЕРІАЛИ

V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

**«АВТОМОБІЛЬ І ЕЛЕКТРОНІКА.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

20-21 листопада 2017 р.