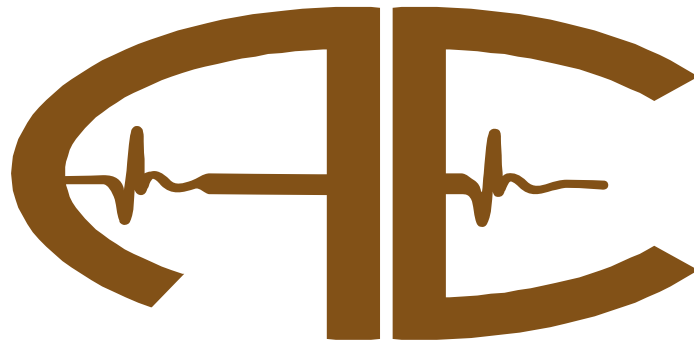




Міністерство освіти та науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Riga Technical University, (Latvia)
Brandenburgische Technische Universität Cottbus (BTU), (Німеччина)
Технічний університет Варна (Болгарія)
Білоруська державна політехнічна академія (м. Мінськ, Білорусія)
Університет Лінчепінг (Швеція)
Грузинський технічний університет (м. Тбілісі, Грузія)
Сілезький технологічний університет, Польща
University of Gezira, Судан
Tianjin MingXI Science and Technology Co., Ltd, Китай



МАТЕРІАЛИ

VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

«АВТОМОБІЛЬ І ЕЛЕКТРОНІКА. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

23-24 листопада 2020 р.

Харків, Україна
2020

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Богомолів В.О. проф. (Україна, Харків)

Заступники голови

Гнатів А.В., проф. (Україна, Харків)

Тохтарь Г.І., проф. (Україна, Харків)

Ходирев С.Я., проф. (Україна, Харків)

Члени оргкомітету

Далека В.Х., проф. (Україна, Харків)

Антошків О.В., проф. (Німеччина, Котбус)

Сараєв О.В., проф. (Україна, Харків)

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)

Аргун Щ.В., проф. (Україна, Харків)

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

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

Мурований І.С., проф. (Україна, Луцьк)

Patlins Anton, Dr., prof. (Latvia, Riga)

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).

ВІДПОВІДАЛЬНІ ЗА ПРОВЕДЕННЯ КОНФЕРЕНЦІЇ

кафедра автомобільної електроніки

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету,

тел. (057) 707-36-96,

ae.hnadu@gmail.com

Зав. кафедрою: проф. **Гнатів Андрій Вікторович,**

kalifus76@gmail.com

Відповідальний секретар: **Трунова Ірина Сергіївна**

trunova.irinaserg@gmail.com

тел. **+38(067)724-06-53**

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.

Секція 1

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧІ ПЛАТФОРМИ НА БАЗІ МУЛЬТИПЛІКАТОРА З ПРЯМОЗУБИМИ ШЕСТЕРНЯМИ

Гнатов А.В.¹, Аргун Щ.В.¹, Букетов А.В.², Біліченко В.В.³, Мурований І.С.⁴, Patlins A.⁵

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Херсонська державна морська академія, Україна

³Луцький національний технічний університет, Україна

⁴Вінницький національний технічний університет, Україна

⁵Riga Technical University, Latvia

ВСТУП

В даний час питання, пов'язані з енергозбереженням та захистом навколишнього середовища, стають все більш актуальними. Особливо це стосується великих міст і мегаполісів, де існує велике скупчення людей і транспорту. Для вирішення даних проблем потрібні нові підходи і, відповідно, нові технології. Крім того, в усьому світі рік від року, спостерігається посилення екологічних норм і вимог. Тому одночасно з розвитком нових технологій набувають особливої актуальності питання забезпечення їх джерелами енергії, задовольняють сучасним екологічним нормам [1-7].

Метою роботи є дослідження процесу генерування відновлюваної електроенергії енергогенеруючої платформою на базі мультиплікатора з прямозубими зубчастими колесами, в залежності від кількості та схеми підключення крокових електродвигунів до її електромашинного вузлу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Залежно від умов експлуатації (а також від технічного завдання) енергогенеруюча платформа (ЕГП) може в себе включати кілька електромашинних вузлів, які працюють паралельно і перетворюють кінетичну енергію в електричну. Якщо ж розглядається досить невеликий пристрій, наприклад, який виконує функції підлоги в транспортному засобі або сходинок в автобус, то найбільш раціонально вбудовувати один або два електромашинних вузла в один пристрій. При збільшенні площі платформи необхідно збільшити і номінальну потужність електричних машин (ЕМ). Це можна зробити і за рахунок збільшення їх кількості, тобто використовуючи паралельне підключення в генераторному режимі роботи. Однак, виникає питання, наскільки збільшиться кількість генерованої ЕЕ при збільшенні кількості ЕМ. Також, слід зазначити, що через не симетричного розташування робочих елементів в машинному вузлу ЕГП, попередній аналіз дає можливість припустити, що при натисканні на платформу з різних сторін (мається на увазі з якого боку на неї будуть наступати пішоходи), буде генеруватися різний кількість енергії [9-14]. Умовно назвемо ці натискання - пряме і зворотне вплив на натискну кришку ЕГП.

Як електрогенераторів в ЕГП використовуються крокові двигуни (КД) ДШМ-200, аналогічно роботі [15]. Основна відмінність справжніх досліджень від проведених в [15] в тому, що тут використовується мультиплікатор з прямозубими шестернями. Очікується, що застосування даного типу мультиплікатора збільшить ефективність роботи ЕГП, що призведе до більших значень електроенергії (ЕЕ), що генерується.

Для виготовлення експериментального зразка ЕГП був розроблений мультиплікатор з прямозубих типом зубчастих коліс, представлений на рис. 1.

Відповідно до розробленої конструкцією на базі мультиплікатора з прямозубими колесами (рис. 1) і представленої електричної принципової схемою, було розроблено конструкцію ЕГП.

Конструктивні особливості розробленої ЕГП дозволяють проводити дослідження в режимі генерації ЕЕ окремо кожного КД та при паралельному підключенні двох КД [1, 3, 8, 11-13, 15-17].

Результати експериментальних досліджень для однієї серії з 30 кроків у вигляді осцилограми $u = f(t)$ представлені на рис. 2.

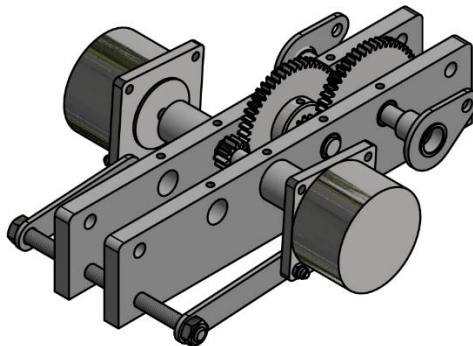


Рисунок 1 – Електромашинний вузол на базі мультиплікатора з прямозубими колесами

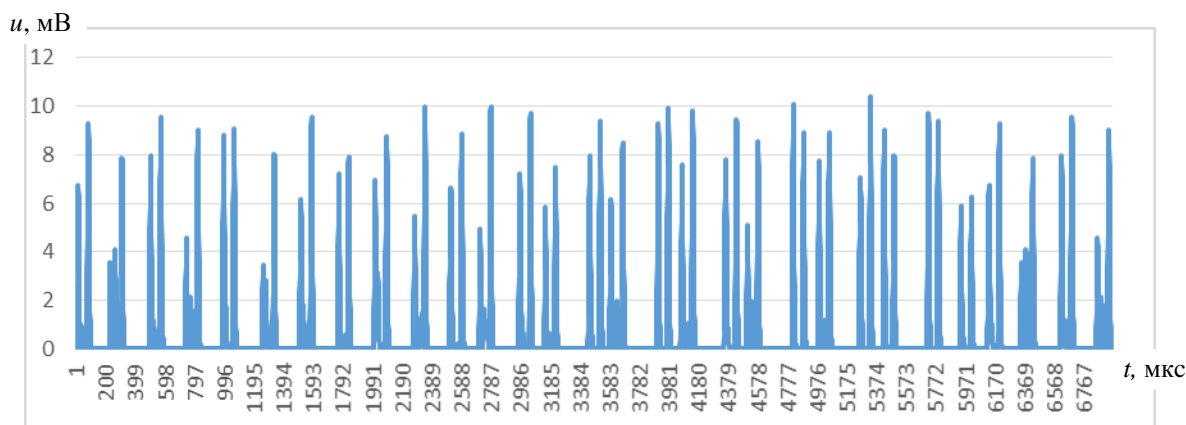


Рисунок 2 – Осцилограми залежності $u = f(t)$, виміряні при 30 кроках на ЕГП при підключенні одного КД

Аналіз результатів проведених експериментальних досліджень, а також їх обробка показують, що при прямому і зворотному напрямку руху ЕГП генерує різне значення ЕЕ. Так, при прямому напрямку руху середнє значення генерованої ЕЕ за один крок при підключенні двох КД становить $\approx 1,11$ Вт, при зворотному $\approx 0,62$ Вт. У той час як при підключенні одного КД, згенерує $\approx 0,66$ Вт і $0,46$ Вт відповідно.

ВИСНОВКИ

Проведено експериментальні дослідження процесу генерування ЕЕ ЕГП в залежності від кількості та схеми підключення КД до її електромашинного вузла. Така платформа має компактні габаритні розміри і призначена для установки як усередині приміщень, на транспортних засобах, так і зовні, на інфраструктурних об'єктах транспорту в місцях з великою прохідністю людей.

Для проведення експериментальних досліджень було розроблено дослідний зразок ЕГП з електромашинним вузлом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гнатов А. В. Енергогенеруюча плитка як альтернативне малопотужне джерело електричної енергії / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун // Автомобільний транспорт. – Х. : ХНАДУ. – 2017. – Вып. 40. – С. 167-172.
2. Hnatov A. Energy saving technologies for urban bus transport / A. Hnatov, Shch. Arhun1, S. Ponikarovska // International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. 2017. – №14(4). – С. 4649-4664.
3. Patlins A. et al. Sustainable pavement enable to produce electricity for road lighting using green energy //2018 Energy and Sustainability for Small Developing Economies (ES2DE). – IEEE, 2018. – С. 1-2.

4. Гнатов А. В. Сучасні дороги та дороги майбутнього, їх види та перспективи використання / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О.Р. Киценко // Вісник ХНАДУ. – 2017. – № 76. – С. 66–73.
5. Гнатов А. В. Електромобілі – майбутнє, яке вже настало / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О. А. Ульянець // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 11. – С. 24-28. – ISSN 2226-9266– Режим доступа: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE17_1/1.4.pdf
6. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S. Safety of Pedestrian Crossings and Additional Lighting Using Green Energy. No: Transport Means 2018: Proceedings of 22nd International Scientific Conference, Lietuva, Trakai, 3-5. October, 2018. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2018, 527-531.lpp. ISSN 1822-296X. e-ISSN 2351-7034.
7. Аргун Щ.В. Екологічний та енергоефективний атомобільний транспорті його інфраструктура / Щ. В. Аргун, А. В. Гнатов, О.А. Ульянець // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2016. – № 2 (77). – С. 18–27.
8. S. Arhun, A. Hnatov, O. Dziubenko, S. Ponikarovska. A Device for Converting Kinetic Energy of Press Into Electric Power as a Means of Energy Saving. J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 36, No. 1, pp. 105-110. January 2019.
9. Гнатов А.В., Аргун Щ. В., Дзюбенко О.А. Понікоровська С.В. Вибір схеми підключення електродвигунів у електромашинному вузлі пристрою генерації електричної енергії. Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2018. – № 13. – С. 13-21.
10. Тарасова В.В. Анализ перспектив развития нетрадиционных источников энергии и оценка возможностей их использования / В.В. Тарасова, В.П. Разживин, А.С. Тельный, А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун, А.А. Дзюбенко // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 12. – С. 50-56.
11. Hnatov, A., Arhun, S., Dziubenko, O., & Ponikarovska, S. (2018). Choice of Electric Engines Connection Circuits in Electric Machine Unit of Electric Power Generation Device. *Majlesi Journal of Electrical Engineering*, 12(4), 87-95.
12. Гнатов А. В. Вибір схеми технічного рішення енергогенеруючої сходинки / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О. А. Дзюбенко // Вісник ХНАДУ. – 2018. – № 81. – С. 29-38.
13. Аргун Щ.В. Енергогенеруюча плитка з електромашинним вузлом на базі крокових двигунів / Щ.В.Аргун, А.В. Гнатов, О.А. Дзюбенко, С.В. Понікарівська // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – №. 14 (1339). – С. 20 – 25.
14. Гнатов А. В., Аргун Щ. В. Гнатова Г. А, Тарасов К. С., Понікарівська С. В. Пристрій примусового зниження швидкості з функцією генерування електроенергії // Автомобільний транспорт. - Х.: ХНАДУ. 2019. Вип. 45. – С. 70-78.
15. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S., & Dzyubenko, O. (2019). Design and research of constructive features of paving slabs for power generation by pedestrians. *Transportation Research Procedia*, 40, 434-441.
16. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S., Bogdan, D., Dziubenko, O. Development of an Energy Generating Platform for Converting Kinetic Energy into Electrical Energy Using the Kinematic Synthesis of a Three-Stage Multiplier. In: *TRANSPORT MEANS 2019. Sustainability: Research and Solutions. PROCEEDINGS OF THE 23rd INTERNATIONALSCIENTIFIC CONFERENCE PART I*, Lithuania, Palanga, 2-4 October, 2019. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2019, pp.403-408.
17. Hnatov, A., Arhun, S., Tarasov, K., Hnatova, H., Mygal, V., Patlins, A. Researching the model of electric propulsion system for bus using Matlab Simulink //2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON). – IEEE, 2019. – С. 1-6.

ПРОБЛЕМАТИКА ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА В НАВЧАННІ ІНЖЕНЕРІВ

Мигаль Г.В.¹, Протасенко О.Ф.²

¹ Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського "ХАІ", Україна

² Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Україна

ВСТУП

Однією з важливіших проблем сучасних технологій є проблема безпеки. Проблема безпеки ставить дедалі суворіші вимоги до науково-технічних розробок, що в свою чергу спонукає науковців і промисловців розробляти нові, більш безпечні та прогресивні технології. Безпека технологій та обладнання, безпека діяльності людини в цьому середовищі – ознака найвищої кваліфікації людини, що присутня в усіх етапах життєвого циклу будь якої технології. Уміння запобігти ризикам, мінімізувати їх наслідки, пов'язані із людським чинником, це сьогодні є одним з суттєвіших професійних навичок. Відомо, що досягнення абсолютної безпеки є неможливим. При цьому також відома сумна статистика аварій та катастроф на транспорті (70-90%) пов'язана з людським чинником. Однак навчання у галузі інженерії (промислової, військової, біо, системної, програмної, безпекової) та менеджменту відбувається у певному відриві від врахування людського чинника, тобто особливостей взаємодії людини та техніки у системі «людина – техніка – середовище» [1, 2]. Вочевидь, сьогодні між інженерною і освітньою галузями та потребами суспільства сформувалось протиріччя: необхідність забезпечувати безпеку на транспорті намагаються вирішити без первинної ланки – навчання спеціалістів, що будуть забезпечувати безпеку, розумінню природи виникнення феномену людського чинника та принципів зменшення його проявів. Статистично виявлено внесок окремих чинників у проблеми безпеки: помилки при проектуванні складають 40-45%, при виробництві 20%, умови експлуатації 20% та природні процеси старіння 5-7. Можна було би заперечити: адже саме під час експлуатації автомобілів відбувається вся значна кількість ДТП та аварій. Однак, саме помилки при проектуванні автомобілів, не врахування психофізіологічної специфіки людини-водія та людини-пішохода при розробці внутрішньої ергономіки автомобіля та його технічних якостей та можливостей, є підґрунтям для створення проблеми безпеки на дорогах. Таким чином, сьогодні наслідком стрімкого розвитку технологій є очевидна необхідність приділення уваги не тільки технологіям проектування та виготовлення автомобілів, менеджменту, правового регулювання питань безпеки, але й надзвичайно актуальним є акцент на питання навчання людини на усіх етапах життєвого циклу технологій.

Для транспортної галузі надзвичайно актуальним є забезпечення надійної та ефективної людино-машинної взаємодії, яка визначає життєздатність складних транспортних систем в екстремальних умовах. При цьому саме від врахування людського чинника залежить безпечність, надійність та стійкість складних динамічних систем, що проектуються та експлуатуються людиною. Сьогодні у провідних навчальних закладах світу інженерного спрямування значна увага приділяється людському чиннику [3-5]. Існують і мають попит бакалаврські, магістерські та докторські програми з інженерії людського чинника, що охоплює сукупності міждисциплінарних знань і розглядає процеси моделювання, проектування та експлуатації динамічних систем. Інженерія людського чинника являє собою системну аналітику функціонування динамічних систем та враховує ергономічну інформацію про людські можливості та обмеження щодо машин, робочих місць і середовищ. Такі знання вкрай необхідні інженеру (розробнику, дизайнеру, менеджеру), який повинен враховувати при проектуванні особливості взаємодії людини і машини, стиль діяльності, вплив стрес-чинників середовища та діяльності на функціональний стан та прийняття рішень тощо [6, 7].

Так, сьогодні при проектуванні складних систем, до яких відноситься автомобіль, необхідно враховувати індивідуальні можливості та обмеження людини як головної ланки

системи, що потім приймає рішення в складних умовах управління транспортним засобом. Ці обмеження необхідно враховувати при проектуванні та функціонуванні машин, транспортних систем, систем управління та джерел інформації (сенсорів, датчиків тощо), та навіть інтер'єру. Знання, які потрібні розробникам автомобілів, включають розділи когнітивної ергономіки, нейроергономіки, когнітивної психології, біоінженерії людини і інші. Конвергентне об'єднання інженерних наук, інформаційних технологій, психології, нейрота когнітивних наук дозволяють створити умови для забезпечення безпеки, надійності і стійкості складних людино-машинних систем, що проектуються.

Ще одним важливим аспектом є врахування екологічної складової системного проектування автомобілів та транспортних систем. Адже сьогодні у світі активно відбувається інтеграція екологічної політики в транспортну політику в ЄС та Україні. Запроваджується модель збалансованого розвитку транспорту, що базується на інтеграції екологічних вимог у транспортну політику. Зі збільшенням кількості транспортних засобів зростає вплив на довкілля та, відповідно, на стан здоров'я людей. Негативний вплив зумовлюють значні викиди забруднюючих шкідливих речовин, значне споживання кисню, підвищений рівень шуму, теплове забруднення міст. І це тільки щодо впливу автомобільного транспорту на екосистему у цілому. Але ж існує і ще одна задача – створення більш екологічного середовища безпосередньо для людини у салоні автомобіля, водія та пасажирів, особливо дітей. Адже сучасна людина проводить значну частину часу в салоні автомобіля та на дорозі. Постійна наявність у житті людини таких чинників, як невідповідний потребам мікроклімат, підвищена інсоляція чи знижена освітленість, електромагнітні випромінювання, постійні шуми, полімерні забруднювачі, аерозолі синтетичних матеріалів, засобів та препаратів, пил, віруси та бактерії – все це суттєво знижує як якість життя так й його тривалість. Саме тому сьогодні науковці стимулюють швидкий розвиток екопідходу до проектування середовища діяльності людини. Це єдиний спосіб сповільнити психофізіологічну деградацію сучасної людини та суспільства. Наприклад, одним з сучасних напрямів загальної ергономіки є ерго-екологія. Використання ерго-екологічного підходу при проектуванні середовища безпосередньо впливає на фізичне, психічне та соціальне здоров'я людини та суспільства [8]. Все це визначає актуальність формування екологічного та ергономічного мислення проектувальника, дизайнера, пересічної людини та сприяє розвитку суспільства в цілому. Це означає, що екологічні питання, наряду з ергономічними, мають враховуватися в процесі розроблення та проектування автомобільної техніки.

Проектування середовища людини в контексті нових технологій та вимог екологічного суспільства – складний організаційний і творчий процес, що передбачає системний аналіз кожного рішення на предмет відповідності принципам сталого розвитку. Такий підхід базується на втіленні інформаційних технологій, теорії людської діяльності, концепції екологічного мислення і психології екологічного відношення до довкілля. Адже, на наш погляд, існує взаємозалежність безпечності та надійності складної системи від людського чинника. Застосувавши теорію «Практичного зміщення» Скотта А. Снука можна бачити, що очікувані властивості системи (гарантоздатність, життєздатність, надійність, безпечність) завжди значно відрізняється від одержуваного результату (рис. 1). Розрахункова надійність та безпечність системи ґрунтується на трьох основних припущеннях: - наявність обладнання, необхідного для досягнення завдань і цілей системи; - необхідна підготовка людини; - виконання нормативів і правил, що обумовлюють поведінку системи і людей. Тому таке зміщення до реальних властивостей є неминучим у будь-якій системі. Основним фактором зміщення реальної надійності та безпечності системи є вплив людського чинника. При цьому врахування впливу людського чинника здатне знизити це «практичне зміщення» і наблизити результат до прогнозного.

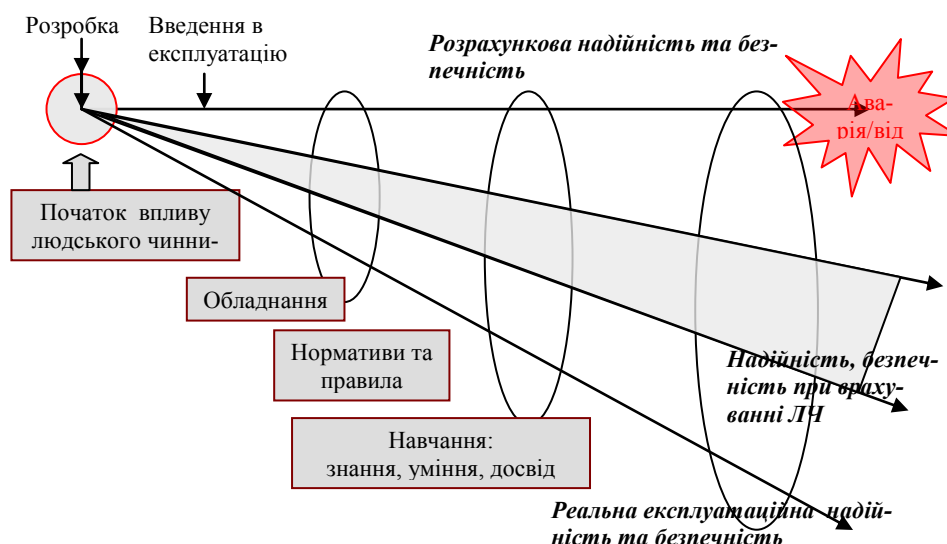


Рисунок 1 – Залежність безпеки та надійності системи від людського чинника

ВИСНОВКИ

Незважаючи на значні зусилля розробників складних систем наслідки недостатньої уваги до людського чинника при розгляді проблем безпеки та розробці сучасних людино-машинних систем вражають. Тому постійно зростаючий список проявів людського чинника свідчить про не обізнаність спеціалістів з когнітивними аспектами людино-машинної взаємодії, що не дозволяє належним чином спроектувати життєздатні динамічні системи. Особливо це стосується автомобільної галузі, де проектування й автомобілів й транспортних систем не може відбуватись без врахування особливостей існування та сприйняття людини оточуючого середовища та його впливу на прийняття рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мигаль Г. В. Інженерія людського чинника в сучасній освіті / Г. В. Мигаль, О. Ф. Протасенко // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69). – С. 1 – 6.
2. Мигаль Г. В. Роль людського чинника у забезпеченні охорони праці на виробництві / Г. В. Мигаль, О. Ф. Протасенко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – 2020. – № 1(3). – С. 60 – 66.
3. Parasuraman R. Neuroergonomics: research and practice / R. Parasuraman // Theoretical Issues in Ergonomics Science. – 2003. – Vol. 4, No. 1. – P. 5 – 20.
4. Dul J. A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession / J. Dul, R. Bruder [et al.] // Ergonomics. – 2012. – Vol. 55, No. 4. – P. 377 – 395.
5. Mark S. Y., State of science: mental workload in ergonomics [Електронний Ресурс] / S. Y. Mark, K. A. Brookhuis [et al.]. – 2014. – P. 1 – 17. – Режим доступу до журн. : https://www.researchgate.net/publication/269179608_State_of_science_mental_workload_in_ergonomics
6. Мигаль В. П. Аналіз життєздатності університету як складної динамічної системи / В. П. Мигаль, Г. В. Мигаль // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2018. – № 27 (103). – С. 264 – 272.
7. Мигаль Г. В. Полідисциплінарний підхід до інженерії людського чинника / Г. В. Мигаль, В. П. Мигаль. // Комунальне господарство міст. Серія: технічні науки та архітектура. – 2020. – Вип. 156 (3). – С.149 – 157.
8. Протасенко О. Ф. Еколого-ергономічне проектування як складова зеленого будівництва / О. Ф. Протасенко, Г. В. Мигаль // Екологічні науки. – 2020. – № 1 (28). – С. 302 – 307.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Плотников Д.М., Лопушко В.О., Тарасова В.В.
Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

Задача енергозбереження на сьогоднішній день – одна з самих актуальних і має загальнодержавний характер, оскільки енергозбереження це один з основних шляхів забезпечення енергетичної незалежності країни.

Зменшення втрат електроенергії в будь-якому елементі системи електропостачання на сучасному етапі – це не просто бережливе витрачання енергії і палива, а технічна політика, яка припускає науковий погляд на техніку генерування, розподілу та використання енергії, що існує, і, отже, на увесь технологічний базис сучасного суспільного виробництва з позицій найбільш раціонального використання енергії, праці, основних фондів, сировини та матеріалів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В системах електропостачання існують втрати як активної, так і реактивної потужності, які залежать від багатьох факторів. Втрати існують на всіх етапах споживання енергії: при передаванні, при розподілі, при власно споживанні електричної енергії.

В повітряних ЛЕП зменшення нормативних втрат досягається вірним вибором перерізу провідника, зменшенням можливої довжини лінії, збільшенням робочої напруги. Виконання деяких технічних заходів також веде до зменшення втрат. На даний час рекомендується для спорудження повітряних ліній використовувати ізольовані та захищені провідники.

Одним з важливих елементів СЕП є трансформатори. Зниження втрат електроенергії в силових трансформаторах досягається усуненням втрат холостого ходу та застосуванням економічних режимів роботи трансформатора, вилученням несиметрії навантаження по фазам. Застосування кожного з цих методів дає помітний економічний ефект.

Наявність аварійних режимів роботи також веде до збільшення втрат. Тому необхідно як найскоріше знаходити місця пошкодження та усувати аварійні режими.

До основних методів зменшення втрат на етапі споживання електроенергії (тобто в електроприводі) відносяться:

- оптимізація устаткування та режимів роботи споживача;
- підвищення коефіцієнта потужності;
- поліпшення якості електричної енергії.

До основних засобів зменшення втрат в електроприводах відносяться:

- удосконалення процедури вибору двигуна для потреб технологічного процесу;
- збільшення економічності масового нерегульованого електричного приводу;
- усунення проміжних (механічних) передач;
- вибір раціональних режимів роботи і експлуатації електропривода;
- підвищення якості електричної енергії;
- підвищення коефіцієнту потужності

ВИСНОВКИ

Вибір того чи іншого методу визначається конкретними умовами роботи, технологічним процесом для кожного конкретного устаткування.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.Е. Шестеренко Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств – Вінниця «Нова книга». 2014, - 658 с.

2. Концепція Державної енергетичної політики України на період до 2020р. // Національна безпека і оборона, №2, 2001р.
3. Закон України «Про енергозбереження»
4. С.М. Новічонок, В.В. Тарасова, В.М. Комаров. Основи енергозбереження. Навчально-методичний посібник для студентів заочного навчання. ХУПС, 2004. - 224 с.
5. Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий. Узд. 2-ое, перераб. и доп. - Москва: Высш. шк. 1999, - 431с.
6. Основні положення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року. Мін. Палива та енергетики України, 2007. -21 с.
Электротехническое оборудование и электроснабжение промышленных предприятий (под ред. Б.Н. Голубкова.) М.: Энергия, 1999. - 420с.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ТРИФАЗНИХ КІЛ

Панкова В.С.¹, Стуліус Г.О.¹, Тарасова В.В.¹, Aleksander Śladkowski²,
Grzegorz Kubica², Mirosław Witaszek²

¹Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна,

²Сілезький технологічний університет, Польща

ВСТУП

При усіх змінах, які відбуваються в галузі електротехніки, існують розділи, які є основними та мало змінюються в теоретичній базі. Прикладом цього можуть бути трифазні електричні кола. Як їхня теорія, так і більшість приладів (спосіб отримання обертового магнітного поля, трифазне коло, трифазні двигун та генератор, вимірювальні трифазні прилади та інше) були розроблені та створені М.О. Доліво-Добровольським наприкінці 19-го століття.

Переваги трифазних кіл перед однофазними є такими:

- простота отримання обертового магнітного поля;
- можливість отримання в одній електричній машині дві різних по величині напруги, а саме: лінійна та фазна;
- економічність та простота виконання як генераторів, так і ліній електропередачі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В даний час розроблені різні методики розрахунку і побудови векторно-топографічних діаграм для різних схем з'єднання трифазних кіл.

- для симетричному трифазного кола при з'єднанні приймача зіркою без нейтрального проводу і опорі лінії як рівному, так і не рівному нулю;
- для симетричному трифазного кола при і приймача трикутником і при опорі лінії:
а) дорівнює нулю, б) що не дорівнює нулю;
- для несиметричною трифазного кола при з'єднанні приймача зіркою без нейтрального проводу і при опорі лінії: рівному і не рівному нулю;
- для несиметричного трифазного кола при з'єднанні приймача зіркою з нейтральним проводом і опорі лінії рівному нулю і не рівному нулю.

Для розрахунків несиметричних трифазних кіл можливо використання методу симетричних складових. Він полягає в тому, що будь-яку несиметричну трифазну систему електричних величин (напругу, струм, електрорушійних сил) представляють у виді суми симетричних складових, для кожної з яких проводиться розрахунок трифазного кола. А потім за принципом накладання знаходять дійсні електричні величини. Однак цей метод можливо використовувати лише для лінійних електричних кіл. В теперішній час існують приклади використання методу і для нелінійних кіл. Крім того необхідно відмітити, що використання методу здійснюється за різними методиками при різних видах несиметрії трифазних приймачів (поперечна та повздовжна).

ВИСНОВКИ

В теперішній час розвиток теорії та практики трифазних кіл йде за рахунок удосконалення методів розрахунку та пошуку нових конструкційних матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Г.И. Атабеков и др. Теоретические основы электротехники ч.1-3 изд 4-е, переработанное, - М. Энергия, 1989. - 260 с.
2. А.А. Бессонов. Теоретические основы электротехники. Изд-е 8-е, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. – 624 с.

3. В.Б. Толубко, Б.Т. Кононов, Б.Ф. Самойленко, М.І. Григоров. Електропостачання та обладнання військових об'єктів. Част.1, МОУ, 1998р. – 328 с.
 4. Л.Н. Кобылкин, Б.Ф. Самойленко и др.. Электросиловое оборудование. – МО.1980. - 224 с.
 5. С.А. Кагановский. Теоретические основы электротехники и прохождение сигналов. Учебное пособие. Часть 2,3. ХВВКИУРВ, 1991. – 160 с.
- Ф.Є. Євдокімов. Теоретичні основи електротехніки. – К.: Вища школа. 1983. – 448 с.

ПРИЛАДИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Філімоненко К.С., Бакуменко В.Б., Тарасова В.В.
Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

Облік електричної енергії – це визначення кількості спожитої або відпущеної електроенергії за допомогою спеціальних пристроїв. Облік електроенергії може бути розрахунковим або технічним. Розрахунковим обліком електроенергії називається облік виробленої, а також відпущеної споживачам електроенергії для грошового розрахунку за неї. Технічним (контрольним) обліком електроенергії називається облік для контролю витрати електроенергії всередині електростанцій, підстанцій, підприємств, у будівлях, квартирах тощо.

Усі лічильники можуть бути класифіковані таким чином:

- безпосереднього включення (прямого включення);
- напівтрансформаторного включення;
- непрямого включення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У більшості споживачів, особливо побутових, облік енергії ведеться з використанням лічильників, в більшості випадків - індукційних. Вони мають достатню кількість недоліків, але дуже дешеві та прості в експлуатації.

Цифрові багатофункціональні електронні лічильники електроенергії призначені для збору, обробки, і зберігання даних про спожиту електроенергію й потужність на однотарифній і багатотарифній основі. Вони призначені для використання в енергосистемах, а також у промислових і малопотужних споживачах.

Виготовляються з різними класами точності й співвідношенням максимального до номінального струму. Крім того тип лічильника визначається можливістю роботи в багато тарифному режимі, при вимірі додаткових величин і функціональністю.

На відміну від електромеханічних лічильників, електронні лічильники не мають частин, що рухаються, за рахунок чого підвищується експлуатаційна надійність приладу й забезпечується його багаторічна безвідмовна робота. Крім того, оскільки в лічильниках не має рухомих частин, вони несприятливі до спроб стороннього впливу, які можуть мати місце у випадках з електромеханічними лічильниками. Ці лічильники прості в обслуговуванні. Усі функції лічильника можуть бути повністю інтегровані на одній друкованій платі з поверхневим монтажем. Це в комбінації з модульною конструкцією й обмеженим числом модулів дає змогу легко й швидко замінити елементи.

Електронні пристрої таких лічильників дають змогу вимірювати і фіксувати спожиту енергію й потужність із необхідною точністю в широкому діапазоні зміни струмів, напруг, температур і коефіцієнтів потужності

На технічному ринку обліку найкращими в теперішній час є лічильники «Landis & Gyr». Вони сертифіковані для застосування в електромережах України. Одна з переваг цих лічильників - висока точність виміру. Існуючі ж індукційні лічильники дають занижені показники споживання.

Основні особливості лічильників типу «Landis & Gyr»:

- комбінований вимір активної й реактивної енергій, а також розрахунок повної енергії;
- відмінні вимірювальні характеристики, у тому числі пряма навантажувальна крива, широкий динамічний діапазон і низький пусковий струм;
- 8 загальних реєстрів для обліку імпорту-експорту енергії, вимір реактивної енергії в 4-х квадрантах. Це дає додаткові переваги: до 8 реєстрів для обліку енергії і макси-

мальної потужності по тарифних зонах; параметризування відповідно до вимог споживачів; можливість швидкої зміни тарифу, одиниць вимірів (КВт-год, кВАр-год, кВА-год); автоматичне зчитування й комунікаційні можливості;

- компактний модульний дизайн і проста установка; а також деякі інші.

Але в колах змінного струму при високих напругах або значних струмах, коли вимірювальні прилади чи пристрої релейного захисту та автоматики нераціонально або небезпечно підключати в первинні кола, використовують вимірювальні трансформатори. До вимірювальних трансформаторів відносяться трансформатори струму та напруги.

Розглянуто використання вимірювальних трансформаторів напруги та струму при виконання вимірювань в мережах змінного струму. Оцінені можливі похибки вимірювань, намічені шляхи їх зменшення.

Похибка по напрузі для вимірювальних трансформаторів напруги визначається в виді:

$$\Delta U\% = \Delta U_x 100\% + \Delta U_H 100\% ,$$

де ΔU_x - похибка по напрузі, зумовлена струмом холостого ходу;

ΔU_H - похибка по напрузі, зумовлена струмом навантаження.

Генеруючи компанії змушені регулювати частоту в енергосистемі шляхом зниження потужності або відімкнення генеруючи потужностей у нічний час, що веде до прискореного спрацювання устаткування й збільшення витрат на виробництво електроенергії. Для вирішення цієї проблеми розроблені і впроваджуються системи багатотарифного зонного обліку споживання електроенергії, обов'язковою складовою яких є автоматизовані системи комерційного й технічного обліку електроенергії (АСКОЕ).

Згідно зі статистичними даними [3 - 5, 11, 12], при впровадженні системи обліку електроенергії і системи диспетчерського керування споживанням електроенергії, з подальшим впровадженням енергозберігаючих заходів, економія коштів складає понад 30%.

Це пояснюється тим, що:

- йде підвищення точності вимірювань, незалежно від завантаження підприємства;
- є можливість перейти на диференційовану (багатотарифну) за часом доби систему розрахунків за електроенергію;
- стає можливим контроль параметрів якості електричної енергії;
- стає можливим прогнозування та планування енергоспоживання;
- йде сигналізація про нештатні ситуації.

Досвід використання систем АСКОЕ на підприємствах Харківської і Полтавської областей [11, 12], а саме: Шебелінській газопереробний завод, Харківський підшипниковий завод, Харківське державне авіаційне підприємство, Солонцівське СКМД, Харків-трансгаз, ЗАТ "Балмолоко плюс", Полтавський алмазний завод і ін. показав, що система успішно функціонує і вже в перший місяць дає економію фінансів, що йдуть на оплату електроенергії; Використання АСКОЕ дає можливість контролювати споживану підприємством потужність як в цілому по підприємству, так і по його структурних підрозділах, що дозволяє оперативно впливати на процес споживання електроенергії.

Нині частка енергоресурсів у собівартості продукції для багатьох промислових підприємств складає від 10 – 25% до 40%. За наявності сучасних АСКОЕ промислове підприємство контролює весь процес енергоспоживання та може гнучко переходити до різних тарифних систем, мінімізуючи свої витрати.

АСКОЕ з технічним обліком електроенергії дозволяє отримати картину енергоспоживання кожного з об'єктів у режимі, максимально наближеному до реального часу і, відповідно, планувати вмикання об'єктів з максимальною ефективністю.

Величина економічного ефекту від використання АСКОЕ досягає на підприємствах у середньому 15 – 30% річного споживання енергоресурсів, а окупність витрат на створення АСКОЕ складає 2 – 3 квартали.

ВИСНОВКИ

Нині АСКОЕ підприємства є тим механізмом, без якого неможливо вирішувати проблеми цивілізованих розрахунків за енергоресурси з постачальниками, неперервної економії енергоносіїв та пониження частки витрат у собівартості продукції підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. http://uk.wikipedia.org/wiki/Лічильник_електричної_енергії.
2. <http://uk.shram.kiev.ua/megafaza.shtml> - Принцип дії електронних лічильників.
3. <http://tv-sat-remont.pl.ua/forum/54-446-1>-Принцип дії однофазного електронного лічильника.
4. Правила користування електричною енергією. / Затв. Спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоенергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України №32/28/28/276/75/54 від 19.04.2001 р. - м. Київ. – 120с.
5. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку / Затв. Спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоенергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держком-промполітики України №32/28/28/276/75/54 від 17.04.2000 р. - м. Київ. – 122с.
6. Правила оптового ринку електричної енергії України (Правила енергоринку). Додаток 2 до Договору між членами Оптового ринку електричної енергії/ Затв. Радою Оптового ринку електричної енергії України 02.10.1997 р.
7. Інструкція про порядок комерційного обліку електричної енергії. Додаток 10 до договору між членами Оптового ринку електричної енергії/ Затв. Радою Оптового ринку електр. енергії України, протокол №8 від 09.06.1998 р.
8. Автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії суб'єктів ОРЕ. Загальні вимоги. Стандарт ОРЕ/Затв. Радою Оптового ринку електричної енергії України, протокол №15 від 27.01.2006 р.
9. Електричні виміри. Загальний курс, під ред. А. С. Фремке, част.2 К.: Вища шк. 1994; - 284 с.
10. Л.И. Байда, Н.С. Добротворский, Е.М. Душин и др. Электрические измерения Л.: Энергия, 1980. - 392 с.
11. Б.И.Швецкий Электронные цифровое приборы. К.:Техніка, 1981. 248 с.
12. <http://www.proelectro.info/content/detail/3291> - Огляд ринку багатотарифних лічильників.
13. Нормы технологического проектирования энергетических систем и электрических сетей 35 кВ и выше: ГКД. 341.004003-94 / Минэнерго Украины. –К.: 1994. – 102 с.
14. Козлов В.А. Электроснабжение городов.–Л.: Энергоатомизд.1988. 282 с.

АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Черняєва Ю.С.¹, Костін Д.А.¹, Тарасова В.В.¹, Ghazwan Al-Haji², Kenneth Asp²

¹Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна,

²Університет Лінчепінг, Швеція

ВСТУП

Особливістю роботи енергосистем є одночасне вироблення і споживання електроенергії, яка вимагає дотримання постійного балансу між споживачами і генераторами. Введення до складу енергосистеми сонячних або вітрових станцій (непостійної генерації) буде вимагати введення відповідного обсягу маневрених потужностей або зміни характеру споживання. Для вирішення цього питання з боку генерації успішно використовуються гідроелектростанції або маневрені блоки малої потужності. Рішення шляхом зміни потужності споживання можливо завдяки введенню споживачів регуляторів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Головною перевагою поновлюваних джерел енергії є їхня невичерпність й екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану планети й не змінює її енергетичний баланс. Ці якості обумовили бурхливий розвиток так названої поновлюваної енергетики в розвинених державах й є вагомою підставою для оптимістичних прогнозів щодо обсягів освоєння згаданих джерел у перспективі.

Аналіз властивостей різних типів нетрадиційних джерел електричної енергії, а також рішення питання про можливість та ефективність їхнього використання – основне питання багатьох досліджень. Освоєння нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження негативного впливу енергетики на довкілля. Масштабне використання потенціалу НВДЕ в Україні має не тільки внутрішнє, а й значне міжнародне значення як вагомий чинник протидії глобальним змінам клімату планети, покращання загального стану енергетичної безпеки Європи.

Технічно досяжний річний енергетичний потенціал НВДЕ України в перерахунку на умовне паливо становить біля 79 млн. т у.п. Економічно досяжний потенціал цих джерел за базовим сценарієм складає 57,7 млн. т у.п., в тому числі відновлювальних природних джерел енергії - 35,5 млн. т у.п., позабалансових (нетрадиційних) – 22,2 млн. т у.п.

На даний час цей потенціал використовується недостатньо. Частка НВДЕ в енергетичному балансі країни становить 7,2% (6,4% – позабалансові джерела енергії; 0,8% – відновлювальні джерела енергії). Показники розвитку використання НВДЕ за основними напрямками освоєння (базовий сценарій) приведені в табл.1.

Таблиця 1 – Показники розвитку використання НВДЕ за основними напрямками освоєння (базовий сценарій), млн. т у.п./рік

Напрями освоєння НВДЕ	Рівень розвитку НВДЕ по роках			
	2005	2010	2020	2030
Позабалансові джерела, всього.	13,85	15,96	18,5	22,2
Відновлювані джерела, всього,	1,661	3,842	12,054	35,53
Біоенергетика	1,3	2,7	6,3	9,2
Сонячна енергетика	0,003	0,032	0,284	1,1
Мала гідроенергетика	0,12	0,52	0,85	1,13
Геотермальна енергетика	0,02	0,08	0,19	0,7
Вітроенергетика	0,018	0,21	0,53	0,7

ВИСНОВКИ

Перспективними напрямками розвитку НВДЕ в Україні є: біоенергетика, видобуток та утилізація шахтного метану, використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР), позабалансових покладів вуглеводнів, вітрової і сонячної енергії, теплової енергії довкілля, освоєння економічно доцільного гідропотенціалу малих річок України. На базі відновлювальних джерел вагомий розвиток отримують технології одержання як теплової, так і електричної енергії.

На сьогодні найбільш швидкими темпами здатна розвиватись біоенергетика.

ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція Державної енергетичної політики України на період до 2030 року. Національна безпека і оборона, № 2, 2001.
2. Артюх С. Ф. Професійне навчання. Електроенергетика. – Харків: УПА, 1998.
3. Закон України “Про енергозбереження” від 1 липня 1994р.
4. Електроенергетика України: сучасний стан, проблеми та перспективи. Інформаційно-аналітична доповідь. Науково-технічна спілка енергетиків та електротехніків України. Інститут енергетичних досліджень. – Київ, 2018.
5. Ковецкий В.М. К вопросу о соответствии ветроэнергетических агрегатов ветровым условиям Украины / В. М. Ковецкий, А.С. Симонов // Энергетика и электрификация. – 2008. – № 2. – С. 49 – 52.
6. Малахов Ю.В. О стратегии и основных направлениях развития электроэнергетики Украины в первой половине XXI века / Ю. В. Малахов, Н. Е. Шевченко, И. Е. Воробьев. // Энергетика и электрификация. –2011. – №7. – С.8 – 14.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІ НА БАЗІ SMART ТЕХНОЛОГІЙ

Середа А.О., Смілий Д.М., Шимук Д.С.
Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

Створення інтелектуальних електроенергетичних систем та підстанцій, що не обслуговуються – не можливе без ефективної системи автоматизованої діагностики обладнання. Запропонований комплексний підхід до безперервної діагностики обладнання, дозволяє суттєво скоротити експлуатаційні витрати та підвищити його ефективність.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Високовольтне електрообладнання (силові трансформатори, трансформатори струму і напруги, високовольтні вимикачі та засоби захисту від перенапруг) тягових підстанцій (ТП) є найважливішим обладнанням в системі тягового електропостачання.

Найдорожчим елементом на будь-якій підстанції є перетворювач напруги – тяговий трансформатор. Більшість цих перетворювачів напруги протягом багатьох років працюють при різних навантаженнях, кліматичних умовах і піддаються зовнішнім та внутрішнім електромагнітним та механічним впливам.

Світовий досвід показує [1], що економічний збиток від випадкової аварії потужного силового трансформатора, пов'язаний як правило із зупинкою руху поїздів через відсутність напруги живлення обчислюється мільйонами гривень, а також супроводжується досить великими затратами на відновлення ресурсу та працездатності трансформатора.

З іншого боку, характерною тенденцією системи електропостачання є наростання ступеню зношеності основного силового електрообладнання ТП та недостатні темпи його оновлення [2].

В даний час на електрифікованих ділянках залізниць України застосовується постійний та змінний струм з номінальною напругою 3,3 і 27,5 кВ відповідно. Тягове електропостачання залізниць здійснюється від 308 стаціонарних та пересувних ТП. Розподіл тягових підстанцій по терміну експлуатації наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл тягових підстанцій по терміну експлуатації

Тягові підстанції	Кількість	% терміну експлуатації		
		до 30 років	до 40 років	більше 40 років
Всього	308	21,1% (66)	14,6% (45)	64,2% (197)
В тому числі: стаціонарні	295	20,2% (62)	13% (39)	65,1% (193)
Пересувні	13	20,5% (3)	63,8% (6)	15,7% (4)

Як бачимо, більше 64% тягових підстанцій системи електропостачання залізниць України мають термін експлуатації більше 40 років. Також необхідно враховувати аварійні режими та короткі замикання силового обладнання ТП.

Багаторічна статистика по аварійних режимам показує, що на ТП відносна частота різних видів пошкоджень становить [3]:

- трифазні короткі замикання - 2 %; - двофазні короткі замикання - 7 %;
- однофазні замикання на землю - 45 %; - подвійні замикання на землю - 15 %;
- аварійні випадки на випрямних блоках - 31 %.

В теперішній час методи та засоби контролю технічного стану силового обладнання ТП в основному виконуються вручну по окремим дефектам. Такий підхід не дозволяє зробити загальний висновок про фактичний технічний стан обладнання ТП. Також до числа недоліків існуючих методик відноситься неможливість створення бази даних в електронному вигляді. Одним з перспективних напрямків є автоматизація системи діагностування електроустаткування та використання мікропроцесорних пристроїв і цифрових методів обробки результатів вимірювань та випробувань. Даний підхід поки не знайшов широкого і повсюдного застосування у практичній діяльності дистанцій електропостачання залізниць України [5, 8].

Для якісного рішення цієї проблеми бажано застосувати Smart Grid технології. Різні концепції інтелектуальної с, що існують в даний час, зачіпають багато аспектів у тому числі управління і моніторинг стану електротехнічного устаткування ТП.

При розробці проектів по інтелектуалізації електричних мереж слід пам'ятати, що Smart Grid – це не просто автоматизація процесу управління виробництвом, передачею або розподілом електричної енергії, Smart Grid – це система управління всією електричною мережею, яка зрештою повинна стати повністю автоматичною, а все наявні автоматизовані системи (АСДУ, АСУ ТП, системи моніторингу, системи управління даними і ін.) є лише інструментом для досягнення поставлених цілей.

Порівняння характеристик функціональних властивостей існуючої на сьогоднішній день енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid [6] представлено в таблиці 2. Інтегровані в єдину платформу існуючі автоматизовані інформаційні системи дозволять по-новому підходити до побудови електричних мереж та організації і контролю режиму їх роботи [7].

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика функціональних властивостей існуючої енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції SMART GRID

Існуюча енергетична система	Енергетична система на базі концепції Smart Grid
Одностороння комунікація між елементами енергетичної системи або її відсутність	Двосторонні комунікації
Централізована генерація (складно інтегрована розподілена генерація)	Розподілена генерація
Топологія (переважно радіальна)	Переважно мережева
Робота устаткування до відмови	Моніторинг та самодіагностика, що продовжують строк служби обладнання
Ручне відновлення мережі	Автоматичне відновлення - «самолікуючі мережі»
Схильність до системних аварій	Запобігання розвитку системних аварій
Перевірка технічного стану обладнання за місцем	Дистанційний моніторинг обладнання

ВИСНОВКИ

Вдосконалення системи діагностування і методів аналізу інформації підвищує об'єктивність оцінки технічного стану силового обладнання ТП та дозволяє планувати і своєчасно та якісно проводити технічне обслуговування і ремонт. Все це підвищує надійність експлуатації електро-устаткування ТП, продовжує ресурс його роботи, економить матеріальні витрати на технічне обслуговування і ремонт, знижує ризик збитків і позитивно позначається на енергозбереженні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рассальский, А. Н. Методы непрерывного контроля и оценки состояния высоковольтного оборудования подстанции / Рассальский А.Н., Конограй С.П., Сахно А.А. // IV междунар. науч.-техн. Петруняк Р. М., Матусевич О. О., 2014 конф. "Силовые трансформаторы и системы диагностики", 22-23 июня 2010 г.: докл. – С. 9-10.
2. Аналіз роботи господарства електрифікації та електропостачання в 2012 році : офіц. текст: - К. : Головне управління електрифікації та електропостачання залізниць, 2013. – 247 с.
3. Насиров, Ш.Н. Интеллектуальная система диагностики аварийных ситуаций в тяговых подстанциях постоянного тока / Ш.Н.Насиров // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна – Д., 2009. – Вип. 28. С. 53 – 57.
4. Балабанов В.Н. Диагностика в системе технического обслуживания и ремонта электроустановок / В.Н. Балабанов // Учебное пособие. – Хабаровск: ДВГУПС, 2003. - с. 81.
5. Михеев Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования / Г.М. Михеев // — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. — с. 304.
6. Кобец Б. Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Б. Б. Кобец, И. О. Волкова. — М.: ИАЦ Энергия, 2010. — 208 с.
7. Петруняк, Р. М. Дослідження та вдосконалення систем діагностики тягової підстанції на базі SMART технологій / Р. М. Петруняк, О. О. Матусевич // Науково-технічний прогрес на залізничному транспорті: тез. 74-ї наук.-техн. конф. / Мін-во освіти і науки України, Дніпропетр. нац. ун-т з.-д. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2014. – 83 с.

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТОПОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Мітрохин Д.В., Святенко С.С., Шимук Д.С.
Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

На вибір топології схеми розподілу електроенергії впливають такі чинники: вимоги до безперебійності живлення, розміщення технологічного устаткування на площі цеху, умови середовища в цеху, розміщення трансформаторних підстанцій, а також суттєвий вплив суб'єктивізму проектувальника при рішенні задачі побудови розподільчої мережі.

Схема електропостачання повинна бути надійною і безпечною, зручною в експлуатації і економічною, а також відповідати мінімуму розрахункових витрат на її спорудження. На практиці для систем електропостачання використовують радіальні, магістральні і змішані топології мережі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Враховуючи переваги та недоліки різних топологій, а також рекомендації та методи щодо використання магістральної та радіальної схем [1–2], неможливо однозначно визначити топологію всієї мережі. Але використовуючи той фактор, що магістральна мережа має меншу вартість, можливо за допомогою оціночного методу визначити топологію мережі шляхом порівняння вартості капітальних та експлуатаційних витрат радіальної та магістральної схем.

Такий підхід дає можливість визначити зони застосування різних топологій, тобто в залежності від вихідних умов з'являється можливість отримати повністю радіальну, магістральну або змішану схему

Визначення оптимальної топології розподільчої мережі умовно можливо розділити на два етапи.

На першому етапі необхідно побудувати радіальну мережу. Вже існує алгоритм на основі методу потенційної поверхні, який застосовується для рішення задач побудови мереж та в процесі своєї роботи визначає окремі зони, до яких можливо використати оціночний метод.

На другому етапі необхідно побудувати магістральну мережу. Оскільки окрім вихідних даних вже відомі результати роботи методу побудови радіальної схеми, доцільним буде застосувати такий алгоритм, метою якого було б покращення варіанту радіальної мережі.

Основною задачею при побудові магістральної мережі є визначення шляху прокладення магістралі та кількості приймачів, які до неї приєднуються. Для вирішення цієї задачі потрібно звернутися до теорії графів, тобто мережа асоціюється з лінійним її графом, де за вершини приймаються джерело живлення та електроспоживачі, за вагу дуги прийнято суму витрат на побудову магістралі та експлуатаційних витрат.

ВИСНОВКИ

Для побудови оптимальної топології мережі було запропоновано алгоритм, який включає у себе елементи теорії графів та метод потенційної поверхні, в основу якого покладено порівняння вартості побудови радіальної та магістральної мережі, а також порівняння експлуатаційних витрат, що дає змогу суттєво зменшити вплив суб'єктивізму проектувальника при вирішенні задачі побудови розподільчої мережі

ЛІТЕРАТУРА

1. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / Федоров А. А., Каменева В. В. – М. : Энергоатомиздат, 1994. – 472 с
2. Липкин Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для учащихся техникумов / Липкин Б. Ю. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1991. – 366 с.
3. Заболотний А. П. Удосконалений метод потенцій-ної функції для формування оптимальної структури розподільчої мережі / Заболотний А. П., Федоша Д. В., Криворученко Н. Л., Яценко О. О. // Електротехніка та електроенергетика. – 2008. – № 1. – С. 74–80.
4. Державний стандарт України. Енергозбереження. Системи електроприводу. Метод аналізу та вибору : ДСТУ 3886-99 – ДСТУ 388-99. – [Чинний від 2000-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2000. – 122 с.
5. Иванов Б. Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы / Иванов Б. Н. – М. : Лаборатория Базових Знаний, 2001. – 288 с.

ОСНОВНІ СХЕМИ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ ТА СТАБІЛІЗАТОРІВ НАПРУГИ

Глущенко В.В., Коханов М.В., Шимук Д.С., Ручка О.О.
Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

Імпульсні перетворювачі напруги (ІПН) та імпульсні стабілізатори напруги (ІСН) відносяться до класу імпульсних і релейних систем автоматичного регулювання (САР). Їхня відміна від нерегулюємих перетворювачів полягає в тому, що миттєва потужність, яка передається в ІПН або ІСН від зовнішнього джерела, частково або повністю квантується (переривається) зі скважністю, яка регулюється.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На рис. 1 показана блок-схема ІПН, який стабілізований за рахунок зворотного зв'язку.

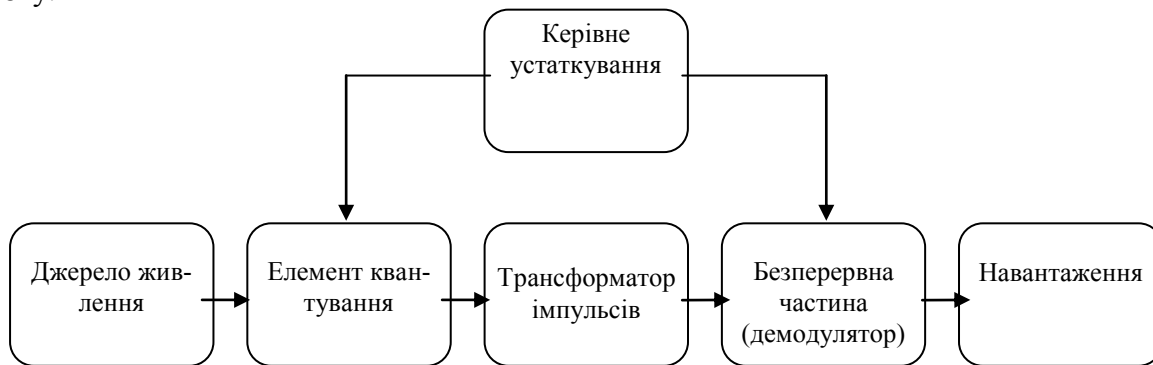


Рисунок 1 – Блок-схема ІПН, який стабілізований за рахунок зворотного зв'язку

Перетворювач комутується від регулюючого устаткування, ввімкненого в коло негативного зворотного зв'язку. Розривання потужності і імпульсна модуляція частіше всього виконується за допомогою силових перемикачів, виконаних на тиристорах або магнітних підсилювачах. В тих випадках, коли необхідним є гальванічний розподіл входу та виходу, модульовані імпульси трансформуються. Демодуляція імпульсів в постійну напругу виконується безперервною частиною ІПН. Таким чином, характерним для ІПН є наявність двох елементів: квантовача та демодулятора.

Перетворювачі виконані згідно блок-схеми, приведеної на рис.1, можуть використовувати різні фізичні принципи, характеристики, галузі використання. На рис.2 приведена класифікація перетворювачів середньої потужності (до 10кВт). В основу класифікації покладений розподіл схем ІПН по принципам побудови та стабілізації.

Імпульсні перетворювачі напруги (ІПН) та імпульсні стабілізатори напруги (ІСН) відносяться до класу імпульсних і релейних систем автоматичного регулювання (САР). Їхня відміна від нерегулюємих перетворювачів полягає в тому, що миттєва потужність, яка передається в ІПН або ІСН від зовнішнього джерела, частково або повністю переривається з регулюємою скважністю

Перетворювачі можуть використовувати різні фізичні принципи, мати різні характеристики, що наприкінці і визначає їх склад та галузі використання.

Аналіз літератури [3...6] показав:

– вибір індуктивно-ємнісної безперервної частини пояснюється такими її перевагами перед активно-ємнісною частиною: ККД вище, межі регулювання напруги ширше, пульсації – менше;

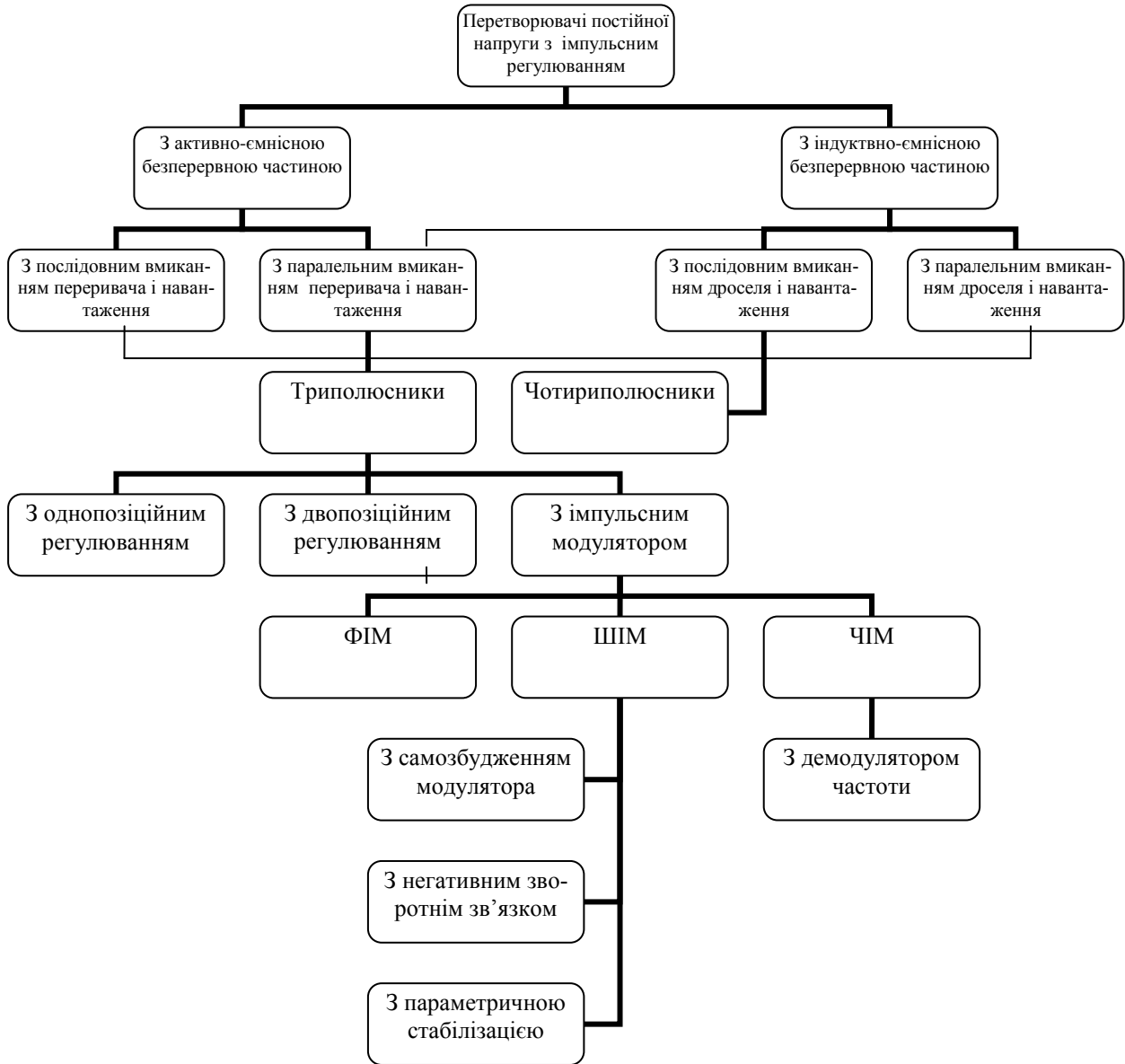


Рисунок 2 – Класифікація перетворювачів середньої потужності

– вибір транзисторного перетворювача обумовлений тим, що транзистори повністю керовані, мають кращі, ніж тиристори, перехідні характеристики, мають менші втрати;
– тиристори мають переваги тільки по напрузі та потужності;
– метод позиційного регулювання не є найкращим, оскільки має місце залежність частоти від параметрів режиму та параметрів використаних елементів;
– стабілізація повинна виконуватися за середнім значенням напруги (струму);
– перетворювачі, які регулюються за рахунок імпульсної модуляції, можуть бути побудовані на основі фазо-імпульсного або частотно-імпульсного управління.

В літературі [3, 5...7] описані різні види побудови схем ПН, які відрізняються за різними ознаками.

ВИСНОВКИ

Аналіз літератури дозволяє зробити висновок, що ширше всього використовуються транзисторні ПІН та ІСН з індуктивно-ємнісною безперервною частиною, стабілізовані за принципом широтно-імпульсного регулювання та керовані по середньому значенню напруги.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.Е. Шестеренко Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств – Вінниця « Нова книга». 2004, - 658 с.
2. Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий. Узд. 2-ое, перераб. и доп. - Москва: Высш. шк. 1999, - 431с.
3. Электротехническое оборудование и электроснабжение промышленных предприятий (под ред. Б.Н. Голубкова.) М.: Энергия, 1999. - 420с.
4. Г.А. Арсеньев и др. Электрическое оборудование и электрические сети. М.: Энергоатомиздат, 1998. - 388 с.
5. А.И Андриюшенко., Р.З. Аминов, Ю.М. Хлебалин. Электрические установки и их использование. М. : Высш. школа, 1993. - 348с.
6. О.М.Закладний та інші. Енергозбереження засобами промислового електропривода. Навч. посіб. – К. Кондор, 2005. - 408 с.
7. Интегральные микросхемы. Справочник. Под ред. Б.В.Тарабрина. М.: Радио и связь, 2003. – 528 с.
8. Г.М.Веденеев. Полупроводниковые регуляторы и стабилизаторы в импульсном режиме. М.: Связь, 1994. – 186 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Дмитренко В.О., Мельник В.О., Рикун В.Г.
Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

Загальновідомо, що економічність будь-якої технічної системи може бути забезпеченою, якщо вона завантажується до номінального навантаження, на яке розрахована і при якому досягається найвищий коефіцієнт корисної дії. Генерувальні, передавальні і перетворювальні елементи схем електропостачання (підстанції) проектувалися на певне навантаження з урахуванням досягнення якнайліпшої економічності.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

З 1991 року в Україні щорічно знижується обсяг електроспоживання [1, 2, 8], що викликає природне зниження завантаження елементів електропередачі. Крім того існує ще одна проблема — неплатежі споживачів і наступні за цим примусові відключення. Все це призводять до додаткового розвантаження.

Наслідком цього є перехід елементів системи електропередачі (ліній і підстанцій) на неекономічний режим. Дуже великими стають втрати в лініях на корону і від струмів витоку, від перетікань реактивної потужності та втрати холостого ходу в трансформаторах. Постійні втрати в балансі передачі енергії стають достатньо великими.

Ще один чинник, що знижує економічність систем електропостачання, - це стан схем обліку електроенергії і рівень їх експлуатації. Тепер схема обліку складається з трансформаторів напруги, трансформаторів струму й індукційних лічильників. Паспортний клас точності такої схеми забезпечується, якщо навантаження струмових кіл коливається від 50 до 120% від номінального первинного струму трансформатора струму, а точність лічильників перевіряється не рідше 1 разу на 8 років.

Нині ефективне управління електричними мережами можливе тільки на базі розподілених ієрархічних систем управління. Стратегічною основою побудови таких систем є «Концепція побудови та реконструкції АСУ електричних мереж в умовах переходу України до ринкових відносин», затверджена Міненерго України 29 серпня 1996 року.

Автоматизована система контролю й обліку енергоспоживанням (АСКОЕ) в умовах переходу до енергоринку висувається на перший план і є системою контролю і управління покупкою, розподілом та реалізацією електроенергії, а також дає змогу мати інформаційну базу для планування і управління споживанням електричної енергії і потужності.

Структури АСКОЕ призначені для вирішення таких завдань:

– комплексний автоматизований комерційний і технічний облік електроенергії й енергоносіїв по підприємству, його інфра- й інтраструктурах за чинними тарифними системами за всіма параметрами енергообліку (для електроенергії - за споживанням енергії та потужності) з метою забезпечення зовнішніх і внутрішніх розрахунків за енергоресурси і забезпечення їх раціональних витрат;

– контроль енергоспоживання по всіх енергоносіях, місцях і структурах обліку в заданих часових інтервалах (3, 30 хвилин, зони, зміни, доба, декади, місяці, квартали й роки) щодо заданих лімітів, режимних і технологічних обмежень потужності, витрат, тиску й температури з метою економії енергоресурсів і убезпечення енергопостачання;

– фіксація відхилень контрольованих величин енергообліку та їхня оцінка в абсолютних і відносних одиницях з метою полегшення аналізу енергоспоживання;

– сигналізація (кольорами, звуком, друком) відхилень контрольованих величин понад допустимий діапазон значень з метою прийняття оперативних рішень;

- прогнозування (коротко-, середньо- і довгострокове) значень величин енергообліку з метою планування енергоспоживання;
- точний розрахунок із субабонентами підприємства по енергоспоживанню з метою справедливого розподілу енерговитрат;
- автоматичне керування енергоспоживанням на основі заданих критеріїв і пріоритетних схем увімкнення (вимкнення) споживачів-регуляторів з метою економії ручної праці й забезпечення якості керування;
- забезпечення внутрішнього госпрозрахунку по енергоресурсах між цехами й підрозділами заводу з метою їх економії та раціональних витрат на робочих місцях.

Наведений перелік завдань АСКОЕ має перспективний характер, оскільки більшість чинних АСКОЕ підприємств у силу своїх структурних і функціональних обмежень вирішують тільки частину перелічених завдань (як правило, перші три).

ВИСНОВКИ

В теперішній час достатньо широко АСКОЕ використовуються в керуванні втратами електричної енергії, для розрахунків зі споживачами (промисловими та побутовими), для контролю відключень. З впровадженням системи автоматизації обліку електричної енергії витрати на роботу по збору інформації значно скорочуються. І хоча впровадження АСКОЕ потребує додаткових витрат, грамотне проектування дозволяє їх мінімізувати.

ЛІТЕРАТУРА

1. М.М. Черемісін., В.М. Зубко. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням. – Харків: Фактор, 2005. – 192с.
2. В.Є. Шестеренко. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. – Вінниця, 2004. -655с.
3. Комплексна Державна Програма енергозбереження України. – К., 1996. 76 с.
4. Правила користування електричною енергією. – К., 2002. 186 с.
5. А.В. Ефимов. Новости на рынке счетчиков. /Газета «Электротема» №18, сент. – окт., 2014.
6. А.В. Праховник та інші. Сучасні принципи побудови АСКОЕ суб'єктів ОРЕ України та АСКОЕ споживачів. / Електропанорама, №10, 2016. с.74 – 77.
7. Е.А. Енотов. Особенности современных автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии. / Деньги и технологии, № 1 – 2, 2005. с.38 – 40.
8. А.Б. Якименко. Автоматизированные системы учета и контроля электрической энергии. / Деньги и технологии, № 9, 2005. с. 46 – 48.
9. Концепція побудови та реконструкції АСУ електричних мереж в умовах переходу України до ринкових відносин. Затверджена Міністерством енергетики України 29 серпня 1996 року.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ ЗМІНОЮ ПОТОКІВ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Куц О.О., Сикало С.Є., Рикун В.Г.
Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

Подовжня складова падіння напруги (втрата напруги) визначається виразом

$$\Delta U_C = \frac{P_H R_C + Q_H X_C}{U_2},$$

де P_H , Q_H – потоки потужності, обумовлені навантаженням;
 R_C , X_C – активний та реактивний опори мережі.

З цього виразу видно, що на величину ΔU_C можна впливати зміною потоку реактивної потужності, оскільки на відміну від активної потужності, єдиним джерелом якої є генератори електростанцій, реактивна потужність може бути отримана від інших джерел, тобто компенсуючих пристроїв.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для зменшення перетоків реактивної потужності по лініях і трансформаторах джерела реактивної потужності повинні розміщуватися поблизу місць її споживання. При цьому елементи мережі, що передають, розвантажуються по реактивній потужності, чим досягається зниження втрат напруги, активної потужності і енергії.

Компенсація реактивної потужності застосовується:

- по умові балансу реактивної потужності;
- як важливий захід для зниження втрат електричної енергії в мережі;
- для регулювання напруги.

Як компенсуючі пристрої використовуються синхронні компенсатори, батареї статичних конденсаторів, статичні джерела реактивної потужності та шунтуючі реактори. Кожен з них має свої переваги та недоліки. Наприклад, конденсаторні батареї мають такі переваги, як простота експлуатації, виробництва та монтажу, можливість використання для установки конденсаторів будь-якого сухого приміщення. Але вони дозволяють лише ступінчасте регулювання напруги. Для плавного регулювання використовують джерела реактивної потужності, в яких використовуються нерегульовані батареї конденсаторів та послідовно або паралельно включеного регульованого реактора.

При використанні батарей конденсаторів не враховуються вимоги енергосистеми щодо підтримання оптимальних величин вихідної потужності, що в значній мірі знижує ефективність управління.

ВИСНОВКИ

Існує можливість регулювання напруги енергосистеми зміною потоків реактивної потужності. Вибір методу регулювання реактивною потужністю визначається конкретними вимогами та умовами роботи устаткування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Б. А. Князевский, Б. Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник. – 2 изд., Пере раб. И доп. – М.: Высш. школа, 1979. – 431 с.
2. А. К. Тер-Акопов. Теоретические основы электротехники. Вып.2. – М.: 1998. – 260 с.

3. П. М. Пушков, Б. Ф. Самойленко, Ю. А. Скворцов. Электрические машины энергоустановок. Учебник. – Х.: ХВВКИУ РВ, 1985. – 330.
4. В. Є. Шестеренко. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. – Вінниця, 2004. – 602 с.
5. Автоматические установки компенсации реактивной мощности. – «Деньги и технологии», № 1-2, 2005г, – с. 17.
6. Системы компенсации реактивной мощности. – «Электрик», № 5-6, 2006 г. – с. 22.
7. Установки для автоматической компенсации реактивной мощности. – «Электрик», № 5-6, 2006. – с. 4.
8. Регулятор реактивной мощности. – «Электроинформ». - № 1, 2003. – с. 21.
9. Батерея конденсаторов ВК – Т – 95. – «Электроинформ», № 1, 2003. – с. 41.
10. Компенсация реактивной мощности/ КРМ. Инфо-симметрон, 2006.
11. Регулятор реактивной мощности MRM – 2, Twelve Electric Sp.zo.o. 2006 г.

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА УСТАНОВОК ГАРАНТОВАНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Кошман А.М., Білик С.В, Ручка О.О.

Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,
Інститут цивільної авіації, Україна

ВСТУП

Важливим фактором підвищення енергоефективності є забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки всіх суб'єктів економічної діяльності при вирішенні питань енергоспоживання та енергозбереження. Реалізація наведених заходів має пріоритетний характер, так як від ефективності системи державного регулювання енергоспоживання в значній мірі залежить можливість проведення належної політики енергозбереження.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Стратегічною метою державної політики енергозбереження є вихід України в перспективі на рівень передових держав з ринковою економікою щодо енергоємності як валового внутрішнього продукту, так і окремих видів продукції, робіт та послуг. Досягнення цієї мети забезпечить зростання конкурентоспроможності української економіки на світовому ринку та її динамічний розвиток, а також зменшення до мінімально можливого рівня імпорту енергоресурсів.

Робота будь-якого електротехнічного об'єкту здійснюється згідно рівнянню енергетичного балансу

$$W_{\text{отр}} = W_{\text{ТП}} +_{\Delta} W_T +_{\Delta} W_{\text{ВИ}} \pm_{\Delta} W_{\text{КОМ}}.$$

Необхідно відмітити, що при використанні об'єктно-діяльнісного підходу до завдань енергозбереження така формула буде вірна для будь яких випадків.

З рівняння енергетичного балансу можна зробити такі якісні висновки щодо шляхів енергозбереження: зменшення технологічних витрат, зменшення технічних втрат; зменшення власних потреб; зменшення комерційних потреб.

Найкращим шляхом зменшення технологічних витрат є впровадження високотехнологічного устаткування, новітніх технологій, удосконалювання технологічних процесів.

В електробалансі споживачів найбільші втрати технічні. Вони обумовлені, насамперед, недоскональною побудовою системи електропостачання, використанням застарілого обладнання. Скорочення технічних втрат електроенергії можливе як при генеруванні, так і при передаванні та споживанні електроенергії. Це здійснюється, як правило, завдяки заміні перенавантаженого устаткування силових трансформаторів, повітряних ліній електропередачі, скороченню термінів ремонтів, підвищенню пропускної спроможності мережі, оптимізації схем розподілу електроенергії і режимів роботи електромереж, зниженню витрати електроенергії на власні потреби підстанцій. Класифікація заходів підвищення ефективності роботи систем електропостачання приведені на рис. 1.

Зниженню втрат в мережах сприяють установка нових систем обліку електроенергії, відповідних сучасним вимогам, а також організація якісної роботи персоналу при знятті показань приладів обліку, узгодженні і розрахунку втрат електроенергії Зменшення власних потреб – це дуже обмежений резерв. Це пояснюється тим, що, з одного боку, існують закони соціального захисту, тобто необхідно забезпечити на робочому місці визначені умови роботи (освітлення, тепло- та водопостачання та ін.). А с другого боку, забезпечення комфортних умов роботи сприяє потребам процесу діяльності. Тому одержати

значне енергозбереження скорочує власні потреби практично неможливо. Одним із факторів, які оказують вплив на технічні втрати, є також якість електричної енергії.

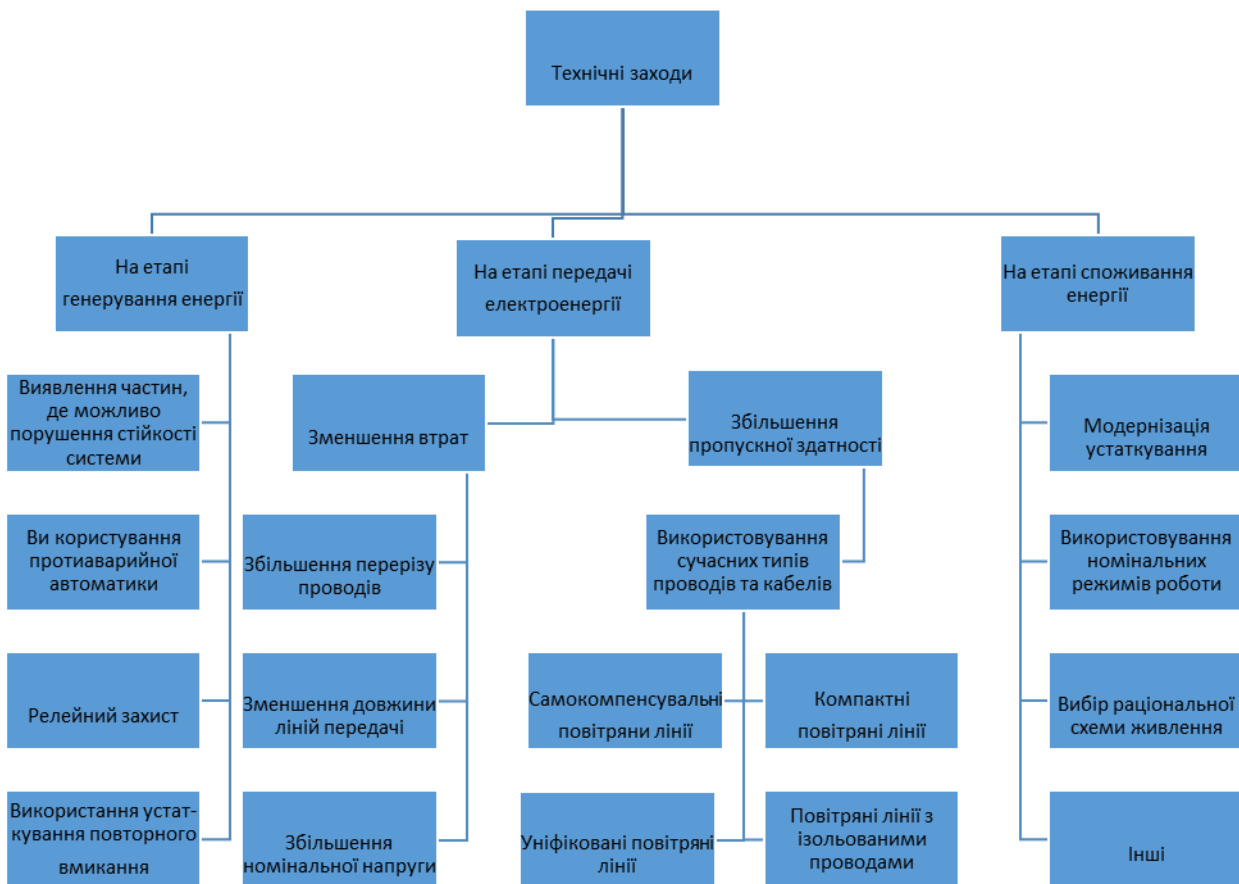


Рисунок 1 – Класифікація заходів підвищення ефективності роботи систем електропостачання

ВИСНОВКИ

Використання нетрадиційних джерел електричної енергії є одною з можливостей енергозбереження. Національною енергетичною програмою України передбачається покрити до 2020 р. потреби в паливно-енергетичних ресурсах за рахунок використання нетрадиційних і поновлюваних джерел на 10%, а до 2030 року довести частку електроенергії, що одержується від нетрадиційних видів джерел, до 17 – 20%. Однак необхідно відмітити, що раціональне рішення завдань енергозбереження можливе лише при комплексному підході. Великі можливості енергозбереження закладені в удосконаленні системи електроживлення споживачів за рахунок використання нетрадиційних джерел енергії та установок гарантованого живлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Брускин Д.Э. и др. Электрические машины Ч.1. - М.:Высшая школа, 1997.
2. Закон України "Про енергозбереження". Відомості Верховної ради (ВВР), 1994, №30.
3. Правила користування електричною енергією. Постанова ВР №28 від 31.07.96.
4. Закон України "Про енергетику". ВВР, 1998, №1, ст.1.
5. Комплексна Державна програма енергозбереження. Національна безпека і оборона, №2, 2001.
6. Копитов Ю.В., Чуланова Б.А. Экономия электроэнергии в промышленности. М.: Энэргия, 1998.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕНЕРГОЄМНОСТІ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Борисенко А.О.¹, Бармін В.А.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

²Білоруська державна політехнічна академія, Мінськ, Білорусія

ВСТУП

Необхідність визначення раціональної енергоємності акумуляторних батарей для електричних транспортних засобів обґрунтована наступним: збільшення енергоємності акумуляторних батарей прямопропорційно збільшує масу батареї, а відповідно і транспортного засобу. А збільшення маси транспортного засобу однозначно приводить до зниження дальності пробігу на одному заряді акумуляторних батарей. Тому треба обрати компромісний варіант між енергоємністю та дальністю пробігу у режимі «тільки електрика»[1].

Для визначення раціональної енергоємності акумуляторних батарей для електричних транспортних засобів, окремо для електромобіля, гібридного електромобіля та гібридного транспортного засобу необхідно визначитись с початковими даними [2]. Як початкові дані для розрахунку приймемо узагальнені середні технічні характеристики електричних транспортних засобів та основних економічних та енергетичних характеристик акумуляторних батарей, які використовуються для сучасних транспортних засобів.

Приймемо узагальнені середні показники для транспортних засобів:

- споряджена маса транспортного засобу, приймемо для прикладу споряджену масу електромобіля Nissan Leaf 2019 р. випуску, $m_{Leaf} = 1490$ кг;
- мінімальний та максимальний пробіг в режимі «тільки електрика» гібридного транспортного засобу, $S_{ГТЗ\ MIN} = 20$ км, $S_{ГТЗ\ MAX} = 60$ км;
- мінімальний та максимальний пробіг в режимі «тільки електрика» гібридного електромобіля, $S_{GE\ MIN} = 60$ км, $S_{GE\ MAX} = 150$ км;
- мінімальний та максимальний пробіг електромобіля, $S_{E_MIN} = 150$ км, $S_{E_MAX} = 1000$ км.

Як початкові дані для розрахунку, як приклад, приймемо енергетичні характеристики акумуляторної батареї найбільш популярного на Україні електромобіля Nissan Leaf. Nissan Leaf 2019 р. випуску має наступні економічні та енергетичні характеристики:

- ємність акумуляторної батареї, $W_{Leaf} = 40$ кВт·год;
- пробіг по циклу NEDC на одному заряді, $S_{NEDC_Leaf} = 378$ км;
- споряджена маса $m_{Leaf} = 1490$ кг.
- маса акумуляторної батареї, $m_{АКБ\ Leaf} = 300$ кг.

Питома енергоємність тягової літій-іонної акумуляторної батареї електричного транспортного засобу визначається за формулою, кВт·год/кг

$$E_n = \frac{W_{Leaf}}{m_{АКБ_Leaf}}, \quad (1)$$

де E_n – питома енергоємність тягової літій-іонної акумуляторної батареї електричного транспортного засобу, кВт·год/кг;

W_{Leaf} – енергоємність акумуляторної батареї електромобіля Nissan Leaf 2019 р. випуску, кВт·год;

$m_{АКБ_Leaf}$ – маса акумуляторної батареї електромобіля Nissan Leaf 2019 р. випуску, кг.

З початкових даних відомий пробіг по циклу NEDC. Тому можемо провести розрахунок енергії, яка потрібна для подолання 100 км шляху по циклу NEDC електричним транспортним засобом спорядженою масою 1490 кг, кВт·год/100 км.

$$E_{100\text{км}} = \frac{W_{Leaf}}{S_{NEDC_Leaf}} \cdot 100, \quad (2)$$

де $E_{100\text{км}}$ – питома енергоємність тягової літій-іонної акумуляторної батареї електричного транспортного засобу для подолання 100 км шляху по циклу NEDC, кВт·год/км;
 S_{NEDC_Leaf} – пробіг по циклу NEDC, км.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для проведення розрахунку питомої енергії $E_{\text{км}}$, яка потрібна для подолання 1 км шляху по циклу NEDC електричним транспортним засобом спорядженою масою 1490 кг необхідно отриману за формулою (2) енергію розділити 100.

Розрахунок енергоємності тягових акумуляторних батарей окремо для електромобіля, гібридного електромобіля та гібридного транспортного засобу, згідно визначених початкових даних щодо електричних транспортних засобів та основних енергетичних характеристик акумуляторних батарей, проведемо за формулою, кВт·год

$$E = E_{\text{км}} \cdot S = \frac{W_{Leaf}}{S_{NEDC_Leaf}} \cdot S, \quad (3)$$

де E – енергоємність тягових акумуляторних батарей електричних транспортних засобів, кВт·год;

S – пробіг електричного транспортного засобу в режимі «тільки електрика», км.

Проведемо розрахунок раціональної маси тягових акумуляторних батарей окремо для електромобіля, гібридного електромобіля та гібридного транспортного засобу, згідно визначеної енергоємності.

Маса тягових акумуляторних батарей електричних транспортних засобів визначається за формулою, кг

$$m_{AKB} = \frac{E}{E_n} = \frac{\frac{W_{Leaf}}{S_{NEDC_Leaf}} \cdot S}{\frac{W_{Leaf}}{m_{AKB_Leaf}}} = \frac{m_{AKB_Leaf}}{S_{NEDC_Leaf}} \cdot S, \quad (4)$$

де m_{AKB} – маса тягових акумуляторних батарей електричних транспортних засобів, кг.
 Результати дослідження зведені до таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати проведеного розрахунку

Електричні транспортні засоби	Гібридний транспортний засіб	Гібридний електромобіль	Електромобіль
Мінімальний пробіг в режимі «тільки електрика», км	20	60	150
Максимальний пробіг в режимі «тільки електрика», км	60	150	1000
Мінімальна енергоємність, кВт·год	2,12	6,36	15,9
Максимальна енергоємність, кВт·год	6,36	15,9	106
Мінімальна маса батареї, кг	15,9	47,7	119,5
Максимальна маса батареї, кг	47,7	119,5	795

Результати розрахунку демонструють, що максимальна маса тягових акумуляторних батарей електромобіля може складати 795 кг. Це більш ніж 1/2 частина маси всього електромобіля. Енергоємність такої батареї складає 106 кВт·год, а пробіг на одному заряді – 1000 км.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволяє сформулювати наступні висновки:

– для гібридних транспортних засобів можна застосовувати акумуляторні батареї невеликої енергоємності (від 2,12 кВт·год до 6,36 кВт·год). При цьому маса акумуляторних батарей теж буде невелика (від 15,9 кг до 47,7 кг). Така маса незначно впливає на дальність пробігу у режимі «тільки електрика». Тому раціонально використовувати в гібридних транспортних засобах більш енергоємні акумуляторні батареї;

– для гібридних електромобілів можна застосовувати акумуляторні батареї більш великої енергоємності (від 6,36 кВт·год до 15,9 кВт·год). При цьому маса акумуляторних батарей теж буде більше (від 47,7 кг до 119,5 кг). Слід відмітити, що максимальна маса 119,5 може значно впливати на дальність пробігу у режимі «тільки електрика». Тому раціонально використовувати в гібридних електромобілях акумуляторні батареї невеликої енергоємності, наприклад, до 10 кВт·год. При цьому їх маса теж буде до 75 кг;

– для електромобілів можна застосовувати акумуляторні батареї більшої енергоємності (від 15,9 кВт·год до 106 кВт·год). При цьому маса акумуляторних батарей теж буде значно більше (від 119,5 кг до 795 кг). Якщо пробіг електромобіля на одному заряді тягової акумуляторної батареї потрібен 1000 км в умовах їздового циклу NEDC, то для цього необхідно взяти батарею ємністю 106 кВт·год, при цьому її маса буде дорівнювати 795 кг, що складає майже 1/2 від маси всього електромобіля. Саме тому на сьогоднішній час нераціонально використовувати для електромобілів акумулятори високої енергоємності, тому що їх маса теж велика. Велика маса акумуляторних батарей електромобіля значно знижує як дальність пробігу на одному заряді, так і динамічні властивості автомобіля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів / Бажинова Т.О., Борисенко А.О. // – Х.: СтильИздат, 2016. – 104 с.
2. Smyrnov O . Determining the technical and economic parameters for designing hybrid power units for the budget segment. O. Smyrnov, A. Borysenko, I. Trunova, I. Levchenko, A. Marchenko Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, [S.l.], v. 1, n. 8 (103), p. 43-49, feb. 2020. ISSN 1729-4061. Available at: <<http://journals.uran.ua/eejet/article/view/194642>>. Date accessed: 29 Feb. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.194642>.

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ СТОСОВНО ОПАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Багач Р.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Питання опалення салону є актуальним у зимовий період, а також важливо мати джерело опалення для видалення вологи з внутрішньої поверхні лобового скла, при високій вологості або різкому перепаді температур, наприклад при різкому похолоданні під час дощу.

Для автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння відбір тепла від нього та подача в салон вирішується досить легко. З електромобілями це проблематично. Джерелом енергії на борті є тягова акумуляторна батарея (АКБ), але ця енергія потрібна для приведення в рух електромобіля і її бажано заощаджувати. Тому пошук рішень щодо способів і засобів опалення салону відбувається ще на стадії проектування[1].

Одними з основних способів опалення салону є:

- електричний нагрівач з відбором енергії від тягової АКБ;
- газовий нагрівач від балона з газом на борту електромобіля;
- паливний нагрівач з живленням на бензині, дизельному палеві та спирті.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Перш ніж визначитися з типом обігрівача, порахуємо потужність, яка потрібна для обігріву салону електромобіля.

У відповідності з ДЕРЖСТАНДАРТ 30494-96 внутрішня атмосфера електромобіля підпадає під категорію ЗБ, що вимагає забезпечення температури в діапазоні 13-17 °С. при вологості 30-60 %.[2-4].

Процес стаціонарної теплопровідності описується рівнянням Фур'є

$$Q = - \lambda dt/dx, \quad (1)$$

де, Q – тепловий потік, що проходить через одиницю перпендикулярної йому поверхні, Вт/м²;

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°С);

dt – температура мінлива уздовж шляху перетинання поверхні, °С;

dx – товщина ділянки матеріалу, м.

Відношення dt/dx називається градієнтом температур ($grad t$) і має розмірність, °С/м.

Для стінки товщиною σ формула прийме вид:

$$Q = \lambda(t_1-t_2)/\sigma. \quad (2)$$

Співвідношення $\sigma/\lambda=R$ називається термічним опором матеріального шару та має фізичну розмірність, (м²·°С)/Вт. Термічний опір шару - це опір теплопровідності, що дорівнює різниці температур на протилежних поверхнях шару при проходженні через нього теплового потоку з поверхневою щільністю 1 Вт/м². Об'єм тепла:

$$Q_m = Q \cdot A = A \cdot (t_1-t_2)/R, \quad (3)$$

де, A – площа поверхні, м².

Крім процесу теплопровідності в транспортному засобі існує ще повітропроникність (інфільтрація). Повітропроникність називають об'єм повітря (G , кг) який проходить через 1 м² огороження за 1 рік . Повітропроникність викликана рухом електромобіля та розрахунки ведуться з умови створення перепаду тисків між зовнішнім повітрям і внутрішнім при русі транспортного засобу зі швидкістю 60 км/година.

Об'єм тепла на нагрівання інфільтраційного повітря визначається по формулі:

$$Q_m = 0,28 \cdot G \cdot C \cdot A (t_{вн} - t_{нар}) \cdot K, \quad (4)$$

де C – теплоємність повітря, кДж/(кг·°C), $C=1,006$ кДж/(кг·°C);

K – коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку в конструкціях;

A – площа поверхні, м².

Зведемо в таблицю 1 дані відомі з довідників для розрахунків тепловтрат електромобіля.

Таблиця 1 – Тепловтрати електромобіля

Поверхня	Теплопровідність Вт/(м ² ·°C)	Термічний опір (м ² ·°C)/Вт	Повітропроник- ність G , кг/(м ² ·рік)
Вікно	8.0	-	-
Дах з шумоізоляцією без перфорації	6.5	-	-
Бічні стінки повітряного проміжку	5.5	-	-
Двері	12.0	-	1.5
Лобове скло	8.5	-	5.0

Тепловтрати салону електромобіля складаються з втрат через скло кузова, стінки кузова, окремо виділимо втрати через лобове скло, інфільтрація через ущільнення. Нагрівання проточного повітря не розглядаємо.

Розрахунки виконаємо для зимового часу з температурою зовнішнього повітря – 20 °C та температурою салону 17 °C.

1) Втрати через скло салону (крім лобового вікна), загальною площею 1,2 м².

$$Q_{скл} = 1,2 \cdot 37 \cdot 8,0 = 355 \text{ Вт.}$$

2) Втрати через лобове скло із площею 0,65 кв².

$$Q_{лоб} = 0,65 \cdot 37 \cdot 8,5 = 204 \text{ Вт.}$$

3) Втрати через дах салону площею 3,52 кв².

$$Q_{дах} = 3,52 \cdot 37 \cdot 6,5 = 846 \text{ Вт.}$$

4) Втрати через поверхні кузова (стінки та двері). Площа дверей 1,6 кв.м., площа стінок 2,1 м².

$$Q_{куз} = 1,6 \cdot 37 \cdot 12,0 + 2,1 \cdot 37 \cdot 5,5 = 710 + 427 = 1137 \text{ Вт.}$$

5) Інфільтраційні втрати через вікна та двері, у тому числі лобове скло.

$$Q_{інфил} = 0,28 \cdot G \cdot C \cdot A (t_{вн} - t_{нар}) \cdot K = 0,28 \cdot 5 \cdot 1.006 \cdot 1,85 \cdot 37 \cdot 1 + \\ + 0,28 \cdot 1,5 \cdot 1.006 \cdot 1,6 \cdot 37 \cdot 1 = 96 + 25 = 121 \text{ Вт.}$$

Разом загальні втрати тепла через кузов електромобіля:

$$Q_{загал} = 355 + 204 + 846 + 1137 + 121 = 2663 \text{ Вт.}$$

Теплові втрати можливо зменшувати шляхом використання сучасних ізоляційних матеріалів.

При першому прогріві електромобіля на початку робочої зміни відбувається нагрівання повітря в салоні електромобіля. Орієнтовний об'єм повітря становить 2 – 2,5 м³. (2,8 кг). Застосувавши формулу теплоємності тіла:

$$Q = cm \cdot (t_{вн} - t_{нар}), \quad (5)$$

де C – теплоємність повітря;

m – маса повітря.

Визначимо необхідну кількість енергії:

$$Q = 0,716 \cdot 2,8 \cdot 37 = 74,2 \text{ кДж.}$$

Отже при потужності нагрівача 2,663 кВт повітря усередині салону можливо нагріти за 28 с [5].

Розрахунки показує, що для забезпечення комфорту у середині салону електромобіля необхідно підібрати нагрівальний пристрій потужністю 2,6- 3 кВт.

Наші розрахунки добре підтверджуються практикою. Прикладом може бути електромобіль BMW Mini E який має електричний нагрівач салону потужністю 3 кВт, що живиться від тягової АКБ.

ВИСНОВКИ

Вироблювана теплова енергія може подаватися безпосередньо в салон шляхом нагрівання повітря або нагрівання теплоносія системи опалення. Електричний нагрівач найбільш простий у виготовленні, компактний, придатний для безпосереднього нагрівання повітря. Газовий нагрівач може мати пожежну небезпеку при наявності відкритого вогню в приладі вироблення тепла або токсичність. Паливний нагрівач дозволяє використовувати систему опалення аналогічну серійному автомобілю, а джерело відкритого вогню винести за межі салону та відповідним чином забезпечити його безпеку з безпечним викидом газів, що відробили, за межі автомобіля.

Електричний нагрівач найбільш простий у виготовленні, компактний, придатний для безпосереднього нагрівання повітря також задовольняє вимогам електротранспорту: компактність, легкість, висока ємність, помірна ціна.

Газовий нагрівач привабливим через його екологічну чистоту, але його вибухонебезпечність трохи бентежить у застосуванні. Деякі виробники електромобілів відмовляються від газового нагрівача саме через цей його недолік. У випадку застосування цього засобу опалення легко застосувати існуючі пічки автомобілів з повітряним охолодженням двигуна внутрішнього згорання.

Паливний нагрівач досить розповсюджений на цей час. Його вартість досить висока, але його легко вмонтувати в існуючу систему рідинного опалення. Це особливо важливо при переобладнанні серійного автомобіля в електромобіль. Вибір палива для подібного нагрівача – є справа автора проекту або власника електромобіля.

Отже, для підбору обігрівача потрібно визначитися з його видом. Більш привабливим для електромобілів є електричні обігрівачі, як найбільш прості у використанні, найбільш дешеві, що не аби як актуально. Це пов'язано з тим, що ставиться завдання створити економічно дешевий екземпляр електромобіля, який буде доступний якомога найбільшому прошарку населення. При цьому усвідомлюємо необхідність пожертвувати енергією тягової АКБ. При використанні електромобіля на невеликі відстані (наприклад, для поїздок на роботу та з роботи), а в цій якості він звичайно і використовується, втрати енергії не суттєво збільшують проблему енергетики електромобіля[6].

Пошук на Українському ринку електропідігрівачів вивів на нагрівачі підприємства «ТЕПЛОМАШ» Завод з виробництва різноманітних типів електропідігрівачів. Виробник готовий виготовити під замовлення електронагрівники будь-якої форми та будь-якої потужності. Таким засобом можливо одержати нагрівачі для установки в зручне для водія місце в салоні електромобіля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сосин Д.А., Яковлев .Ф. Новейшие автомобильные электронные системы.- М.: СОЛОН- Пресс, 2005. - 240 с.
2. Бусыгин Б.П. Электромобили (методы расчёта)- Учеб. Пособие-Москва :МАДИ 1979-74 с.
3. Скотников В.А., Машенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
4. Щетина В.А., Морговский Ю.Я., Богомазов В.А. Электромобиль : Техника и экономика; Под общ. ред. Щетины В.А. – Л.: Машиностроение, 1987. –253 с.
5. Козловский А.Б., Яковлев А.И. Испытательные циклы электромобилия – Л.: Автомобил.промышленность, 1983- 12 с.
6. Трантер А. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей – С.– П.: Наука, 2001 – 283 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЕМ

Бажинова Т.О., Ліщина О.В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка, Україна

ВСТУП

З кожним роком стає більш актуальним, що необхідність охорони навколишнього середовища надає все більший вплив на розвиток автомобільної промисловості. Більш актуальним стає завдання щодо усунення шкоди від сучасних автомобілів – забруднення атмосфери відпрацьованими газами. Зростаючий рівень забруднення повітря великих міст дуже гостро поставив питання про розробку комплексу заходів щодо зменшення вмісту токсичних речовин в атмосфері. Основна частина викидів токсичних речовин в атмосферу припадає на автомобільний транспорт. Це обумовлює пред'явлення до автомобільної промисловості вимог щодо зниження рівня виділення токсичних речовин при роботі автомобіля. З огляду на аналіз розвитку світового автомобільного ринку, можна зробити висновок, що на даний момент електромобілі і автомобілі з електричною силовою установкою стають серйозною альтернативою для базових автомобілів з двигуном внутрішнього згорання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У загальному випадку процес руху електромобіля в міському режимі без вимушеної зміни швидкості через що зустрічаються на шляху перешкод (пішоходи, обмеження швидкості, дорожні знаки, інші учасники руху, регульовані і нерегульовані перехрестя) складається з чотирьох етапів:

- розгін і/або підтримання швидкості в разі необхідності – плавне збільшення швидкості руху до заданого значення при обмеженнях на фазові координати і управління;
- вибіг – рух без підведення потужності до коліс;
- рекуперативного гальмування – гальмування електромашин, що працює в генераторному режимі, для зарядки накопичувача електричної енергії;
- гальмування робочою гальмівною системою – гальмування механічними гальмами для зупинки в заданому місці.

На етапах розгону і підтримки швидкості руху енергія, накопичена в бортових джерелах електроенергії, витрачається на досягнення або підтримання електромобілем розрахункової швидкості. Перетворення енергії при цьому відбувається наступним чином. Електрична енергія, накопичена в батареях (накопичувачі енергії), за вирахуванням втрат у перетворювачі (тяговому інверторі), витрачається на обертання ротора електромашини, перетворюючись в механічну з коефіцієнтом корисної дії (ККД), що залежать від частоти обертання валу електромашини і величини сприйманого навантаження. Далі механічна енергія обертання ротора електромашини за допомогою трансмісії і рушія перетворюється в кінетичну енергію руху електробуса. У трансмісії енергія витрачається на подолання сили тертя в вузлах і підшипниках, а також на перемішування трансмісійного масла заднього моста. У рушій енергія витрачається при ковзанні в плямі контакту, а також на подолання опору коченню.

При гальмуванні електробуса частина енергії, за винятком втрат, може бути повернута в накопичувач. При цьому перетворення енергії відбувається в зворотній послідовності. Кінетична енергія руху електробуса за допомогою рушія і трансмісії витрачається на обертання ротора електродвигуна, крім того, частина механічної енергії може бути переведена в теплову і розсіяна в атмосферу на робочих гальмівних механізмах. Потім механічна енергія обертання ротора перетворюється з втратами в електричну за допомогою електромашини, що працює в режимі рекуперації енергії. Далі електрична енергія, за вираху-

ванням витрат у перетворювачі, накопичується в батареї. Отже, одним із шляхів зменшення витрат і зниження безповоротних витрат енергії є мінімізація використання робочої гальмівної системи.

Втрати енергії в перетворювачі і трансмісії необхідно враховувати, використовуючи ККД вузлів електробуса.

Завдання енергоефективного закону управління колісного автономного міського електротранспорту між зупинками на міському маршруті слід сформулювати як задачу оптимізації: визначити закон зміни швидкості від пройденого шляху $v(s)$ на маршруті при русі з точки маршруту з фазовими координатами $S_1, v_1 = 0$ в точку маршруту $S_2, v_2 = 0$, за час $T = t_2 - t_1$ при мінімізації споживаної енергії на рух, яка визначається цільовою функцією

$$J = \int_{t_1}^{t_2} (N_p - N_T + N_{MT}) dt \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де N_p – потужність розрядки накопичувача, що розвивається при розгоні;
 N_T – потужність зарядки накопичувача при рекуперативному гальмуванні;
 N_{MT} – потужність, витрачена при використанні робочої гальмівної системи.

ВИСНОВКИ

Розроблено метод визначення енергоефективного закону руху електромобіля по міському маршруту, що відрізняється використанням методу динамічного програмування для вирішення задачі оптимізації стосовно об'єкту міського транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бажинов О.В., Бажинова Т.О., Кравцов М.М. Основи ефективного використання екологічно-чистих автомобілів: монографія. Х.: ФОП Панов АМ, 2018.– 200 с.
2. Бажинова Т.О. Аналіз конструкцій силових установок транспортних засобів з використанням електротяги/ Бажинова Т.О., Ковтун В.О. // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні розробки в аграрній сфері» 12–13 грудня 2019 р., м. Харків. С. 44–45.
3. Бутарович Д. О., Косицын Б. Б., Котиев Г. О. Метод разработки энергоэффективного закона управления электробусом при движении по городскому маршруту //Название журнала на русском. – 2017. – №. 2. – С. 16-27.
4. Бажинова Т.О. Визначення перспектив розвитку ринку електромобілів і гібридних автомобілів/ Бажинова Т.О., Бережний А.Д. // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» - 2020» 23–25 квітня 2020 р., м. Київ. С. 100–102.
5. Бажинов А.В., Ткачев О.Ю. Сравнительный анализ энергозатрат автомобилей с разными силовыми установками //Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – 2020. – № 89. – С. 105-111.

ПРЕДПОСЫЛКИ ПОСТРОЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МИКРОГИБРИДОВ

Бороденко Ю.Н.¹, Панасовский В.В.¹, Zakis J.², Mutule A.²

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

²Riga Technical University, Latvia

ВВЕДЕНИЕ

Повышение требований к экологическим и экономическим показателям современных автотранспортных средств определяют актуальность темы исследований данного направления. В [1] поэтапно выделены энергетический, конструктивный и кибернетический аспекты решения проблемы создания пневматических микрогибридов. В [2] сформулированы предпосылки применения пневматического обратимого двигателя на автомобиле в качестве вспомогательного. В данной работе затронуты вопросы конструктивного аспекта, связанные с построением системы «Разгон-торможение» для городского автомобиля с базовым ДВС.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является повышение экологических и топливно-экономических показателей автомобиля, эксплуатируемого в условиях городского ездового цикла, за счет использования вспомогательного пневмопривода в составе гибридной силовой установки (ГСУ). Для достижения поставленной цели, на данном этапе, решается ряд задач предварительного проектирования:

- обзор эксплуатационных и технических характеристик пневмомобилей ведущих производителей с целью предварительной оценки энергетического баланса силовой установки с пневматической тягой;
- анализ структуры прототипов пневматических ГСУ автомобилей промышленных образцов, экспериментальных концептов и проектных решений с целью определения композиции и конфигурации ГСУ под заданные условия эксплуатации;
- выбор компонентов аппаратной структуры системы «Разгон-торможение» с целью минимизации затрат на ее реализацию и адаптацию на борту базового автомобиля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам анализа характеристик автотранспортных средств с применением пневматической тяги установлено, что заряжаемые пневмомобили обеспечивают средний пробег порядка 160 км со средней скоростью 80 км/час при объеме газового баллона 300 л. под начальным давлением 30 Мпа и кроме веса водителя способны транспортировать дополнительный груз [3, 4]. Показатели незаряжаемых гибридов в режиме пневмопривода гораздо скромнее.

Для сравнительной оценки проектного решения, в качестве прототипа выбран современный гибридный автомобиль промышленного производства Peugeot 2008 Hybrid Air 2L с пневмогидравлической установкой с сухим весом в 100 кг. Примененная технология Airflow обеспечивает пневматическую тягу до 70 % времени в городском цикле, суммарную экономию топлива до 35 %, пробег на воздухе до 3 км с скоростью до 70 км/ч. В результате пробег при полной заправке гибрида составляет 1300 км [5]. Основным недостатком гидравлического привода, в этом случае, является вес рабочей жидкости, который определяется пропорционально пробегу автомобиля на энергии воздуха.

Для проектного решения приняты следующие условия эксплуатации:

- движение в пробке до 10 циклов, общим пробегом до 100 м;
- рекуперативная зарядка пневмоаккумулятора в режиме торможения;
- зарядка от ДВС при снижении давления ниже резервного уровня;
- полуавтоматическая активизация режима «Разгон-торможение»;

- автоматический запуск ДВС после расхода давления.

Пневмопривод содержит: обратимую ротационную машину вместо гидроагрегата; ресивер вместо пневмогидравлического аккумулятора; пневматические устройства регулирования и распределения давления; муфту подключения к трансмиссии автомобиля. Такие позитивные ограничения обусловлены оперативным расходом давления – малое время хранения давления и частый перезаряд воздуха [1].

Предложенная аппаратная структура ГСУ позволяет использовать в конструкции микрогибрида унифицированные компоненты: ротационные пневмодвигатели общего назначения; датчики автомобильных систем управления, аппаратуру пневматических тормозных систем и агрегаты распределения крутящего момента систем полного привода с электрическим управлением.

Таким образом, предпосылками к построению пневматических микрогибридов, наряду с отличительными эксплуатационными характеристиками [2], являются конструктивные показатели:

- простота конструкции и малая стоимость пневмодвигателя,
- малый удельный вес пневмопривода (отсутствие систем теплообмена, гидравлики и заправочного баллона высокого давления);
- унифицированные узлы электромеханических передач;
- унифицированные устройства пневматической аппаратуры с электрическим управлением;
- адаптация системы к конструкции базового шасси;
- мировой опыт создания пневмомобилей и пневматических гибридов.

ВЫВОДЫ

Предварительная оценка энергетического потенциала и аппаратной структуры проектного решения (предпосылки), свидетельствуют об ожидаемом положительном эффекте внедрения системы «Разгон-торможение».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бороденко Ю.М., Панасовский В.В. Аспекты построения пневматической системы разгон-торможение автомобиля. Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні» 15-18 жовтня 2019 р. – Х.: ХНАДУ, 2019. – С. 321 – 322.
2. Бороденко Ю.Н. Концепции построения пневматических гибридов. // Автомобильный транспорт. Сб. Научных трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2020. – вып. № 46 – С. 19 – 26.
3. Плюсы и минусы автомобилей на сжатом воздухе. 2019. URL: <https://autogeek.com.ua/plyusyi-i-minusyi-avtomobiley-na-szhatom-vozdruhe/>. (дата обращения 20.10.2020).
4. Air cars. 2019. URL: <https://sites.google.com/site/rijdenopperslucht/home/menu-en/engineair-en>. (дата обращения 20.10.2020).
5. Peugeot Hybrid Air: на воздушной тяге. 2020. URL: <https://www.avtovzglyad.ru/article/2014/02/18/612506-peugeot-hybrid-air-na-vozdushnoy-tyage.html>. (дата обращения 20.10.2020).

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКОМОБІЛІВ

Серіков Г.С., Серікова І.О., Медведський К.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Ціль роботи – визначення ефективності використання сонячної електростанції на екомобілях з метою підвищення екологічних показників.

Ставилися наступні задачі дослідження:

- розглянути технології перетворення енергії сонячного випромінювання в електричну енергію;
- розглянути конструктивне виконання сонячних елементів на транспортному засобі;
- проаналізувати ефективність застосування сонячної електростанції на екомобілях.

Аналіз карти розподілу інтенсивності опромінення земної поверхні сонячним випромінюванням викликає інтерес до використання цієї енергії для пересування транспортних засобів. Енергетична установка сонце- або геліомобіля в цьому випадку являє собою перетворювач сонячної енергії в сонячну панель, контролер тягових акумуляторів, призначенням якого є контроль заряду й розряду акумуляторної батареї (АКБ) (рисунок 1).

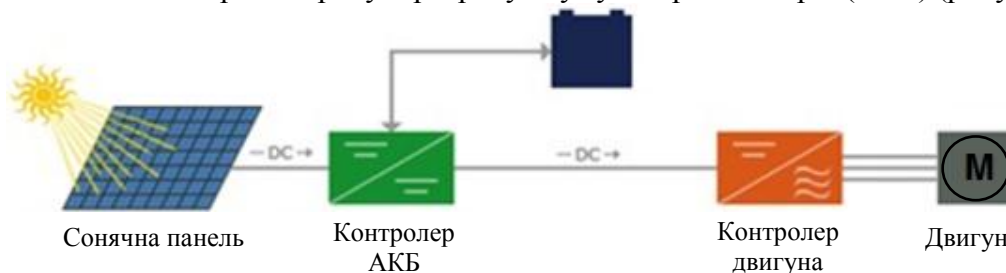


Рисунок 1 – Структура енергетичних модулів екомобіля

Для перетворення постійної напруги в трифазну змінну застосовується трифазний інвертор. У якості силового привода використовується трифазний синхронний двигун. Сонячна панель перетворює енергію випромінювання в електричну енергію, далі ця енергія розподіляється в енергосистемі екомобіля.

Привабливість використання сонячної енергії полягає в тому, що вона невичерпна й не потрібно затрачувати зусилля на її видобуток (на відміну від інших джерел енергії).

Інженери по усьому світу розробляють технології виробництва сонячних гнізд із максимально можливим коефіцієнтом корисної дії (ККД). У цей час досягнутий ККД в 46%, однак собівартість таких елементів поки ще досить висока. Основний шлях підвищення ККД учені бачать у застосуванні багатошарових сонячних гнізд. Традиційні – одноперехідні гнізда - мають максимальну теоретичну ефективність 33%, багатошарові ж гнізда з нескінченною кількістю шарів (теоретично), мають ККД 87%. Конструктивно сонячні батареї із сучасними високоефективними напівпровідниковими елементами складаються з великої кількості окремих чипів, кожний з яких може генерувати близько 20 Вт енергії (рисунок 2).



Рисунок 2 – Збірка чіп-елементів фірми Fraunhofer ISE

Разом з цим, ідуть розробки гнучких сонячних панелей (рисунок 3), які набагато простіше встановлювати на транспортні засоби. Однак їхній ККД на сьогодні достатньо малий і досягає всього 12 %.



Рисунок 3 – Використання сучасних сонячних елементів. Гнучкі сонячні елементи

Застосування високоефективних сонячних гнізд суттєво обмежується їхньою високою вартістю. Тому одним із шляхів розв'язку цієї проблеми є застосування сонячних концентраторів, які дозволяють зменшити кількість дорогих сонячних гнізд на одиницю площі. В цьому випадку можна застосовувати різні конструкції концентраторів. Найбільш ефективним з «класичних» є лінза Френеля з додатковим оптичним колектором, що дозволяє максимально концентрувати сонячний пучок.

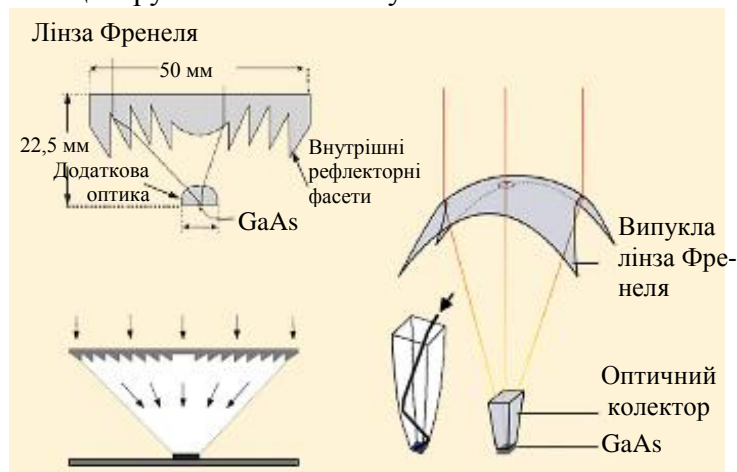


Рисунок 4 – Двоскладові оптичні концентратори

Проблемою використання сонячних концентраторів є високе нагрівання сонячного елемента, що призводить до його прискореної деградації. Це відбувається через те, що сонячний концентратор, крім видимого спектра також концентрує й інфрачервоне випромінювання, яке не перетворюється в електричну енергію, але перегріває елемент. Конструктивне виконання сонячної батареї з двоскладовим сонячним концентратором наведено на рисунку 5.

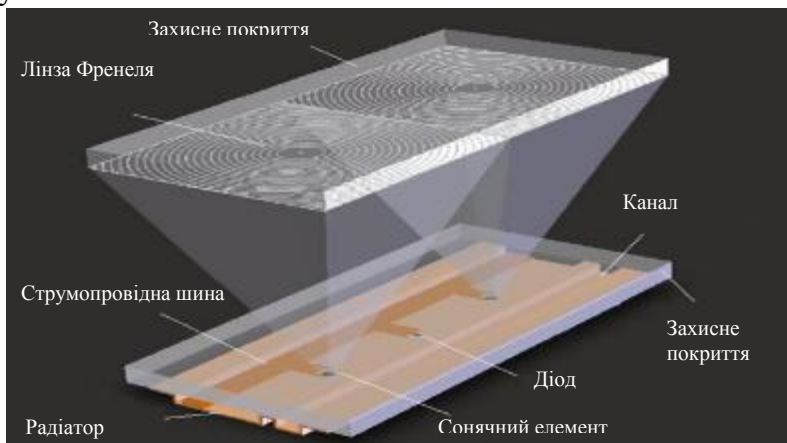


Рисунок 5 – Конструктивне виконання сонячної батареї з двоскладовим сонячним концентратором

Найбільш ефективною розробкою в цей час є голографічні сонячні концентратори (рисунок 6).

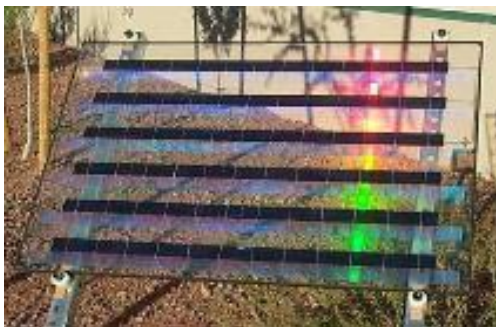


Рисунок 6 – Голографічна сонячна батарея

Дана система фокусує сонячне випромінювання на напівпровідниковому перетворювачі в незалежності від кута падіння сонячних променів на поверхню. При цьому дана конструкція робить селекцію сонячного випромінювання, і на перетворювач не попадає інфрачервоне випромінювання. Крім того, сама конструкція має невелику товщину, що суттєво підвищує її експлуатаційні характеристики. Застосування голографічного сонячного концентратора разом із сонячними елементами дозволяє перетворювати сонячне випромінювання з максимальною ефективністю.

В усьому світі ентузіастами активно розробляються й створюються сонцемобілі, проходять їхні змагання. На сьогодні поширення сонцемобілів обмежується їхніми низькими експлуатаційними характеристиками та високою вартістю.

Подальше підвищення ефективності експлуатації сонячних електростанцій дозволить частково розв'язати цю проблему. Електрична енергія, отримана за допомогою сонячних електростанцій може використовуватися як основна для руху прогулянкового транспорту та як додаткова для комерційного транспорту.

Таким чином, у ході дослідження була показана ефективність використання сонячної енергії для транспорту.

У якості висновків наведемо наступне.

1. Інтенсивність сонячного випромінювання на території України становить у середньому 1 кВт на квадратний метр, що обґрунтовує застосування сонячних електростанцій як джерела одержання додаткової енергії на транспорті.

2. У ході дослідження були розглянуті основні типи сонячних елементів, що мають максимальну ефективність – багатоперехідні гнізда із ККД до 46 %, теоретично можливий ККД багатоперехідних сонячних перетворювачів складає 87 %.

3. Одним зі способів здешевлення сонячної електростанції є застосування сонячних концентраторів.

4. Голографічні сонячні концентратори мають ряд переваг – селективність сонячного випромінювання, що концентрується, відсутність потреби в системі трекінгу, малі геометричні розміри.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев, В.М. Фотоелектричне перетворення сонячної енергії.// Сорос. образоват. журнал. - 1996. - № 7. - С. 93 - 98.
2. Ємельянов, А. Сонячна альтернатива: Альтернативна енергетика // Екологія і життя. - 2001. - № 6. - С. 22 - 23.
3. Статистическое обозрение Всемирной энергетической организации 2017 года, ВР (June 2017).
4. BFM.RU Солнечные технологии обеспечат четверть электричества.
5. <https://cyberleninka.ru/article/n/oblasti-primeneniya-solnechnoy-energetiki>.
6. <http://ust.su/solar/media/section-inner10/7670/>.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭФФЕКТА ЗОММЕРФЕЛЬДА–КОНОНЕНКО

Подригало М.А., Подригало Н.М., Сериков Г.С., Серикова И.А.
Харьковский национальный автомобильно–дорожный университет, Украина

ВВЕДЕНИЕ

Применение в современных транспортных средствах электрического привода позволяет решить целый ряд задач, связанных с вопросами экологической и энергетической безопасности страны. Однако такой подход накладывает ряд ограничений, основным из которых является ограничение по запасаемой энергии в тяговых аккумуляторных батареях (АКБ) и, как следствие, ограничение пробега на одной зарядке. Решением данной проблемы является снижение механических потерь, связанных с появлениями резонансных явлений во вращающихся элементах трансмиссии и имеющих несбалансированную массу. Данный эффект был исследован Арнольдом Зоммерфельдом и Кононенко В.О. Он проявляется в возникновении колебаний угловой скорости колеса за счёт его дисбаланса. В настоящей работе проведено теоретическое исследование динамики энергетических потерь в различных вариантах движения с возможными уровнями дисбаланса.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Стремление упростить конструкцию трансмиссии электротранспорта приводит к применению электромотор-колёс, что влечет увеличение неподрессоренных масс и снижает плавность хода электромобилей. Выходом из сложившейся ситуации может быть стремление уменьшить неподрессоренные массы за счет переноса электродвигателя на раму автомобиля. Таким образом электродвигатели устанавливают на поддрессоренную массу машины и связывают с ведущими колёсами через гибкие механические связи. В этом случае возникает эффект Зоммерфельда–Кононенко, связанный с дисбалансом колес.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Аналізу впливу дисбаланса коліс і коливань неподрессорених мас автомобіля на виникаючі додаткові затрати енергії двигателя присвячені роботи [1–4]. Показано, що появлення коливань коліс в вертикальній і горизонтальній площинах приводить до додаткового расходу енергії, запасеної в енергетических накопичувачах (АКБ). Це приводить до ряду негативних наслідків. Пріжде всего скорочується пробіг від одної зарядки. Крім того, погіршуються динамічні властивості транспортного засобу. Однак при аналізі втрат енергії в вищезгаданих роботах не розглянуто вплив нерівномірності вращення ведучих коліс на появлення додаткових затрат енергії при поступальному русі автомобіля. Ці питання досліджені в роботі [5]. Появлення гібридних автомобілів дозволяє зменшити амплітуди коливань крутячого моменту і тягової сили автомобіля, а появлення електромобілів – свести їх до нуля [6]. Ефект Зоммерфельда–Кононенко на прикладі ексцентрикового вібратора розглянуто в роботі [7] (рисунок 1).

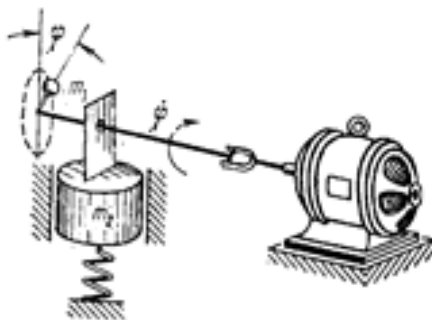


Рисунок 1 – Схема колебательной электромеханической системы [7]

В результате проведённого авторами исследования [7] получено условие обеспечения устойчивости вращения работы электродвигателя.

Для решения задачи определения закона вращения ротора электродвигателя в работе [7], принимается динамическая модель, представленная на рисунке 2, а не модели эксцентрикового вибратора (рисунок 1). Также не учитываются колебания угловой скорости вала с шарниром Гука при отклонении оси вала об горизонтальные положения. Предлагается для определения закона вращения ротора электродвигателя и колеса применить энергетический подход с использованием модели сложного движения [5]

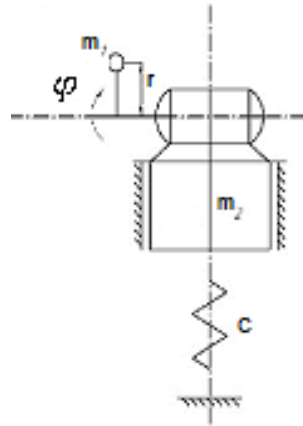


Рисунок 2 – Динамическая модель, фактически рассмотрена в работе [7]

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является оценка влияния эффекта Зоммерфельда–Кононенко на энергетические показатели и устойчивость процесса передачи вращения от электродвигателя к ведущему колесу автомобиля.

Для достижения поставленной цели необходимо определить закон движения узлов трансмиссии транспортного средства (ротора электродвигателя и колеса) использованием энергетического подхода и модели сложного движения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСА

Исследуем вариант решения задачи с использованием модели сложного движения. Известно, что на современных автомобилях в большинстве случаев используются шарниры равных угловых скоростей (ШРУСы), будем считать, что угловая скорость колеса равна угловой скорости ротора электродвигателя при любом вертикальном перемещении колеса.

При наличии дисбаланса момент инерции вала привода колеса:

$$j_1 = j_0 + m_1 r^2, \quad (1)$$

где j_0 – момент инерции ротора двигателя.

Энергия относительного движения – это энергия, затрачиваемая на колебания массы $m = m_1 + m_2$. В качестве допущения примем, что сопротивление вращению ротора в электродвигателе отсутствует (допущение принято в работе [7]).

Изменение кинетической энергии за один цикл колебаний угловой скорости:

$$\Delta W_{\text{ц}} = (W_{\text{кин}})_{\text{max}} - (W_{\text{кин}})_{\text{min}}. \quad (2)$$

При установившемся движении зависимость дополнительных потерь энергии, вызванных дисбалансом колеса, от пробега автомобиля и дисбаланса колеса определяется выражением (3)

$$\Delta W_s = \frac{j_1 \omega_0^2}{2\pi \cdot r_k} \cdot S - \frac{\frac{m_1^2}{m^2} \cdot r^2}{\frac{k^2}{\omega_0^2} - 1 + \frac{4n^2}{\omega_0^2 \cdot \left(\frac{k^2}{\omega_0^2} - 1\right)}}, \quad (3)$$

ВЫВОДЫ

Определена зависимость скорости вращения колеса электрического транспортного средства в соответствии с динамической моделью в условиях колебаний угловой скорости элементов трансмиссии с шарниром Гука при отклонении оси колес от горизонтального положения.

Предложен энергетический подход нахождения потерь в модели сложного движения для определения закона вращения ротора электродвигателя и колеса.

Найдена аналитическая зависимость дополнительных потерь энергии, вызванных дисбалансом колеса, от пробега автомобиля и дисбаланса колеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Работа автомобильной шины / [Кнороз В.И., Кленников Е.В., И.П. Петров и др.]; под ред. В.И. Кнороза - М.: Транспорт, 1976. – 238 с.
2. Мазин А.С. Влияние колебаний направляющих колёс автомобиля в горизонтальной плоскости на затраты энергии двигателя. Збірник наукових праць національної академії Національної гвардії України. 2015. Вип.1(25). с.21-25.
3. Мазин А.С. Подригало М.А. Влияние дисбаланса и окружного люфта направляющих колёс автомобиля на затраты энергии двигателя. Збірник наукових праць національної академії Національної гвардії України. 2015. Вип.2(26). с.10-14.
4. Влияние колебаний неподрессоренных масс автомобиля на дополнительные затраты энергии двигателя / Подригало М.А., Гацько В.И., Мазин А.С. Вісник ХНАДУ. Збірник наукових праць. 2016. Вип.75. с.158-164.
5. Абрамов Д.В. Концепція покращення функціональної стабільності динамічних та енергоперетворюючих властивостей автомобілів: дис.доктора техн. наук:05.22.02 / Абрамов Дмитрій Володимирович. 2018.-282с.
6. Кайдалов Р.О. Наукові основи створення автомобілів з комбінованою енергетичною установкою: дис.доктора техн. наук:05.22.02 / Кайдалов Руслан Олегович. 2018.-287 с.
7. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем: современные концепции, парадоксы и ошибки. -4-е изд., перераб. - М.: Наука, 1987. — 352с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БОРТОВОГО ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА

Двадненко В.Я.¹, Сериков Г.С.¹, Пушкарь О.Б.¹, Mohamed Bushara²
¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина
²University of Gezira, Sudan

ВВЕДЕНИЕ

Тяговая аккумуляторная батарея (ТАБ) в электромобиле или в подзаряжаемом гибридном автомобиле в значительной степени определяет основные параметры электромобиля или подзаряжаемого гибридного автомобиля (PHEV). Производители постоянно совершенствуют параметры ТАБ, такие как удельная энергоемкость, удельная мощность, рабочий диапазон температур, долговечность, максимальное число рабочих циклов. Однако реализовать полностью возможности ТАБ можно только, если строго обеспечивать рекомендованные изготовителем режимы заряда и разряда, т.е. поддерживая в допустимых пределах токи, напряжения, температурный режим. При эксплуатации электромобиля или подзаряжаемого гибридного автомобиля с литий-ионной ТАБ, контроль за этими параметрами должна осуществлять специальная управляющая система, английская аббревиатура BMS (Battery Manger System) [1]. Возможным вариантам выполнения такой системы и посвящена эта работа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Бортовое зарядное устройство практически реализовано на подзаряжаемом микро-гибридном автомобиле на основе автомобиля Ланос-пикап [2,3]. ТАБ этого автомобиля состоит из 20 банок литий-железофосфатных аккумуляторов WB-LYP90АНА, емкостью 90 Ач. Рабочее напряжение одной банки 3,2 В, батареи 64 В. Предельное напряжение заряда одной банки 3,6 В, батареи 72В. Основная зарядка производится от однофазной сети переменного тока. Дополнительная зарядка происходит при рекуперативном торможении автомобиля.

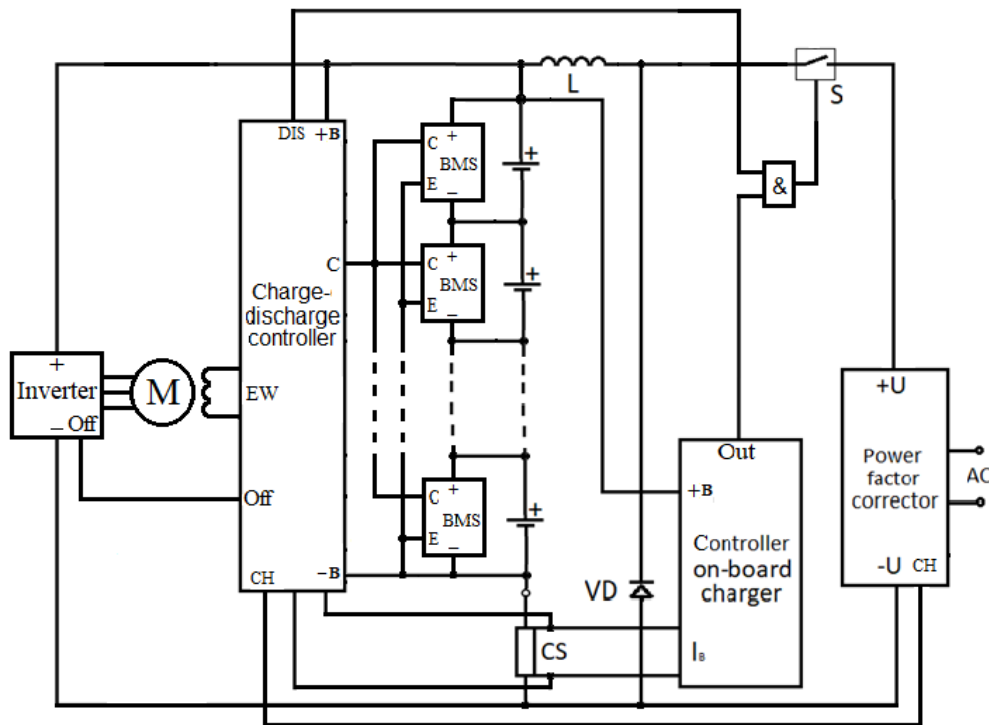


Рисунок 1 – Функциональная схема бортового зарядного устройства с платами BMS

Мощность сетевого зарядного устройства 2 кВт. Функциональная схема бортового зарядного устройства с системой балансировки и защиты приведена на рис.1. На входе бортовое зарядное устройство содержит корректор коэффициента мощности (ККМ) (Power factor corrector (PFC)), совмещенный с гальванической развязкой. ККМ выполнен на основе микросхемы IR1155S [4]. Гальваническая развязка выполнена в виде резонансного полумостового DC/DC конвертора с выходным напряжением $U=80\text{В}$ на основе микросхемы IR2153 [5].

Контроллер бортового зарядного устройства, для управления ключом S, формирует на выходе Out импульсную последовательность. Путем изменения коэффициента заполнения этой последовательности, с учетом сигнала с датчика тока CS, осуществляется стабилизация зарядного тока на уровне 20А. Когда в процессе зарядки напряжение ТАБ достигнет максимального значения 72В, контроллер начинает уменьшать коэффициент заполнения, а значит и уменьшать зарядный ток. Таким образом происходит стабилизация требуемого максимального напряжения ТАБ. Контроль этого напряжения происходит по входу +В контроллера зарядного устройства. Контроллер зарядного устройства выполнен на основе микросхемы TL494 [6]. Однако прежде чем будет достигнуто максимальное напряжение ТАБ, будет достигнуто максимальное напряжение отдельных элементов ТАБ. Для этих элементов дальнейшая зарядка становится недопустимой, поэтому необходима работа системы балансировки (BMS).

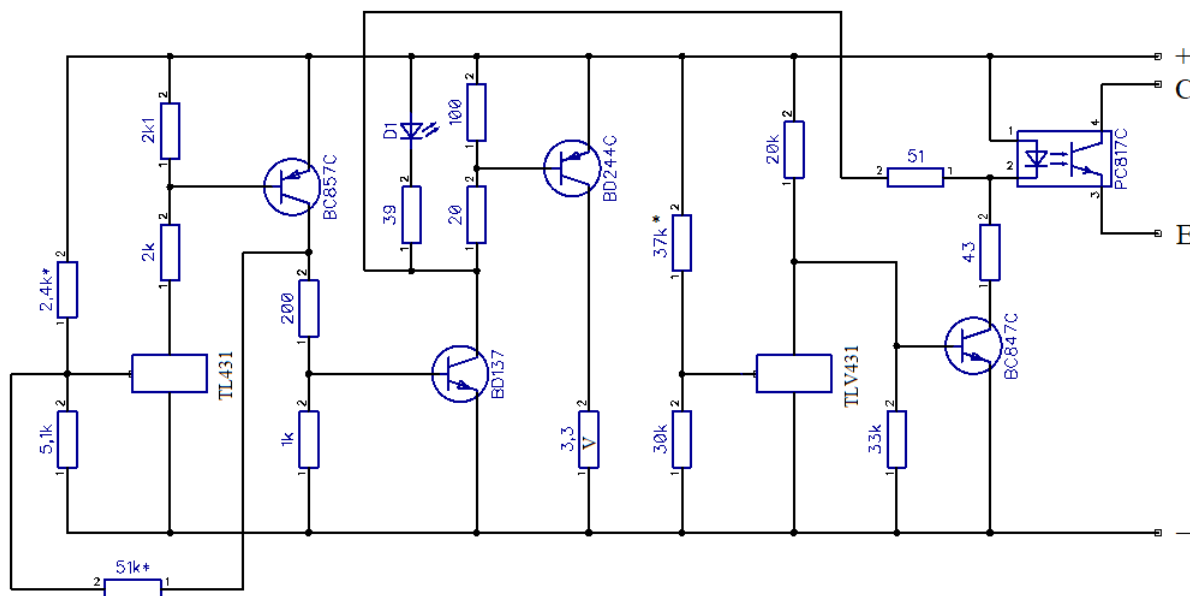


Рисунок 2 – Схема платы BMS

Система балансировки выполнена с использованием того обстоятельства, что при приближении к полной зарядке внутреннее сопротивление элементов ТАБ WB-LYP90АНА изменяется незначительно, а ЭДС, напротив, заметно увеличивается. Согласно расчетам, для указанных аккумуляторов, при подключении разрядного резистора, общий зарядный ток должен отключаться, так как разрядный резистор не рассчитан на прохождение через него зарядного тока. С целью упрощения системы увеличена разность между напряжениями включения и выключения разрядных резисторов системой BMS, т.е. соответственно 3,65В и 3,55В, при этом платы BMS сделаны отдельно для каждой банки. Каждая плата контролирует как заряд, так и разряд соответствующей банки. Информация о необходимости отключения зарядного или разрядного тока передается по однобитовой шине на вход С контроллера заряда-разряда. Система балансировки выполнена на основе плат BMS, схема которых приведена на рис. 2. Рассмотрим работу этой платы. Вход микросхемы управляемого стабилитрона TL431 [7] через делитель подключен к плюсу и ми-

нису елемента ТАБ, анод TL431 підключен к мінусу елемента ТАБ. Делитель напруги подобран так, чтобы когда ЭДС елемента ТАБ достигнет 3,65 В сопротивление между анодом и катодом TL431 существенно уменьшится и ток через TL431 откроет транзистор BC857C, напряжение на коллекторе этого транзистора через резистор 51к повысит напряжение на входе TL431 таким образом, чтобы выключение проводимости стабилитрона произошло при понижении ЭДС елемента ТАБ до 3,55 В. Одновременно открытый транзистор BC857C откроет транзистор BD137 и транзистор BD244C. В коллекторной цепи транзистора BD244C включен нагрузочный резистор 3,3 Ом с мощностью 5 Вт. Этот резистор обеспечит разряд елемента ТАБ.

Кроме того, открытый транзистор BD137 включит светодиод D1, который обозначит элемент ТАБ, где подключен разрядный резистор и включит светодиод оптрона PC817C, который обеспечивает гальваническую развязку с контроллером BMS. Контроллер BMS во время зарядки, на время, пока есть этот сигнал, т.е. пока открыт транзистор оптрона, отключает зарядный ток и только тогда включает зарядный ток, когда транзистор оптрона закроется. Контроллер BMS определяет наличие режима зарядки по сигналу с вывода CH блока PFC. Этот сигнал появляется, когда на PFC есть напряжение сети.

Отключение тягового электродвигателя происходит, когда напряжение на клеммах елемента опускается ниже заданного порога, например, ниже 2,0 - 2,5В. Следит за снижением напряжения микросхема управляемого стабилитрона TLV431 [8], которая перестает пропускать ток от катода к аноду и, тем самым, открывает транзистор BC847C. Этот транзистор включает светодиод оптрона PC817C, тем самым подает сигнал контроллеру BMS. Контроллер BMS в режиме, когда нет зарядки, реагирует на открытие транзистора оптрона отключением разрядного тока, и уже не позволит его включить, пока вновь не будет заряжена ТАБ. В этом случае подзаряжаемый гибридный автомобиль может двигаться только на ДВС.

Схема бортового зарядного устройства с платами BMS (рис.4) имеет более простую и более надежную структуру зарядно-разрядного контроллера, недостатком этой схемы является большое число плат BMS.

ВЫВОДЫ

Рассмотрены особенности литий-ионных ТАБ. Предложенные варианты контроля режимов заряда и разряда ТАБ позволяют обеспечить ее защиту при заряде и разряде. Предложен вариант построения бортового зарядного устройства с системой выравнивания заряда. Полученные теоретические и экспериментальные результаты имеют практическое значение для транспортной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыкованов А. С. Системы баланса Li-ион аккумуляторных батарей // Силовая электро-ника. 2009. № 1.
2. Двадненко В. Я., Пушкарь О. Б. Улучшение экономических и экологических характеристик микрогибридного автомобиля. /Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2019.– Вып. 45. – С.12–22
3. Dvadenko V., Arhun Shch., Bogajevskiy A., Ponikarovska S. Improvement of economic and ecological characteristics of a car with a start-stop system. International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, 2018. Vol. 10, № 3, pp. 209–222. doi: 10.1504/IJEHV.2018.097377
4. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/427261/IRF/IR1155S.html>
5. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/542363/IRF/IR2153.html>
6. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/12679/ONSEMI/TL494.html>
7. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/5774/MOTOROLA/TL431.html>
8. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/28993/TI/TLV431.html>

ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО РОЗВИТКУ

Кравцов М.М., Дядченко А.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Електромобілі — це технологія, яку вважають за краще покупці екологічно чистих автомобілів, бо вони не мають викидів, пов'язаних з їх роботою; вони можуть функціонувати на чистій відновлюваній енергії; і навіть коли вони заряджені енергією з невідновлюваних джерел, необхідна паливна ефективність електродвигунів в порівнянні з двигунами внутрішнього згоряння позначає, що вони виділяють менше вуглецю в мілью (з порівняння подібних транспортних засобів).



РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У електромобіля більше переваг ніж недоліків, наприклад, переваги: дешева заправка. Економні споживають в середньому 10 кВт на 100 кілометрів; просте обслуговування. відсутні масла, свічок, фільтрів та ін. Періодичного огляду зажадає тільки ходова. Силовий агрегат, батареї та навісне спецобладнання - тільки спостереження і контрольні заміри. Обслуговувати подібні автомобілі зможуть на будь-якому СТО, але ціна послуг - в рази менше, ніж у звичайних автомобілях.

Екологія: немає вихлопних газів; використання енергії в електромобілях відбувається аж до 5 разів ефективніше, ніж у звичайних двигунах; даний автомобіль в даний час на піку моди [1].

Недоліки: недостатня кількість АЗС, на жаль, нині в Україні мала кількість зарядних електростанцій - 37, з яких 34 на АЗС ОККО. Мала кількість компаній, які займаються виробництвом електрокарів.

Поміж цього вчені з'ясували, що електромобілі завдають більшої шкоди для навколишнього середовища, ніж традиційні авто на спалюваному паливі. Як таке може бути, запитає пересічний обиватель, зачарований Ілона Маском і Tesla. Адже чи не головний козир електромобілів - якраз їх горезвісна екологічність. Однак, вчені готові надати серйозні аргументи. Вихлопні гази - не єдиний шкідливий чинник автомобільного транспорту. Є й інші. І як раз з ними пов'язаний найбільший збиток для навколишнього середовища, яким загрожує використання електрокарів.

Шотландські дослідники з Единбурзького університету встановили, що переміщення електрокарів призводить до викиду в навколишнє середовище великої кількості небезпечних частинок. Більшої кількості, ніж у випадку зі звичайними авто, підкреслюють дослідники. Десятиліттями обивателям розповідали жахи про шкідливі вихлопи двигунів

внутрішнього згоряння. Боротьба за економію палива і все більш жорсткі екологічні стандарти привели до витіснення старих добрих двигунів-мільйонників новими одноразовими моторами, які не підлягають капітальному ремонту. А потім з'явилися електромобілі, які нічого не спалюють. Здавалося б, ось він прямиий шлях до вирішення проблеми транспорту та екології. Але не все так просто. Чим важче авто, тим більше шкідливих викидів генерується в русі.

Електромобілі дійсно нічого не спалюють. І в цьому відношенні в чисту виграють у традиційних авто. Нуль викидів парникових газів це краще, ніж навіть найменші показники у найбільш екологічних сучасних авто. Однак електромобілі різко програють в іншому. Вони виробляють більше шкідливих викидів іншого роду. Шотландські дослідники Віктор Тіммерс і А. Дж. Ахтен з'ясували, що електромобілі виробляють навіть більше викидів твердих частинок, ніж традиційні авто. Найдрібніші тверді частинки викидаються при розгоні і гальмуванні машини. Джерелами викиду є гальмівна система, покриття (які потроху стираються при русі), а також покриття дорожнього полотна, на яке діє маса автомобіля [2].

Для економії електроенергії її обмежують до 80-100 кілометрів на годину. На теоретичному рівні електрокари можуть розганятися аж до 140 кілометрів на час. Але, щоб акумулятора вистачило на весь день, переважно не газувати. Хоча в місті з стабільними пробками такого роду автомобіль взагалі знахідка: при ривках і гальмуванні заряд поновлюється.

Загальнодоступна зарядка повинна розглядатися як випадкова зручність або засіб для того, щоб ризикнути вийти за межі свого власного регіону, тому що це часто дорожче (або може стати таким без попередження), і тому що навіть швидка зарядка розраховується в годинах, а не у хвилинах, якщо використовувати повний бензобак і пов'язаний з ним діапазон в стандартній комплектації. Найрозумніший і доступний спосіб володіти електромобілем - це платити тільки за розмір акумуляторної батареї, яка вам потрібна, і заряджати будинку щоночі, коли потреби в електриці зазвичай нижче, використовуючи переваги не пікові тарифів, якщо такі пропонуються.

Покупці, що характеризують, який запас ходу їм необхідний, повинні будуть брати до уваги погоду, тому що резерв ходу здатний різко скоротитися в міру охолодження акумуляторної батареї, а пасажирів жертвують резервом ходу заради електричного підігріву кабіни.

Перспективи поширення електромобілів існують, і вони великі. Однак будь-яке виробництво обґрунтовано попитом. І тут ми повинні проявити максимальне розуміння проблем і любов до навколишнього середовища.

У світі збільшується кількість електромобілів. Починається нова епоха, в якій електрокари ознаменують кінець епохи нафти, вважають багато аналітиків. Разом з цим, попри популярність даного альтернативного типу автотранспорту, вік «чорного золота» триватиме ще довгий час, впевнена інша сторона. Технології видобутку нафти стають все найбільш передовими, в той час як недоліки електрокарів не дають можливість ринку в повній мірі прийняти їх.

Є кілька основних питань перспективи масового використання електромобілів:

1. Скільки паливних автомобілів потрібно прибрати з доріг і що з ними робити?

Держави які прагнуть позбутися від паливних автомобілів є потенційними ринками з безмежними можливостями для реалізації електромобілів. Якщо споживча зацікавленість до індивідуальних автомобілів залишиться постійним, ми можемо використовувати поточні показники продажів, щоб дати оцінку скільки електрокарів буде потрібно [3].

Однак тут же з'являються питання, чи готові виробники до такої стрімкої переорієнтації виробництв і куди подіти колосальне число старих паливних автомобілів, так як переробка подібного кількості автомобілів може розтягнутися на роки і при цьому збиток від її не зовсім екологічної реалізації, стане більшим, ніж перевага заміни ДВС автомобіля на електрокари.

Як задовольнити величезний попит на батареї?

Все ще намагаються, японські виробники автомобілів (Toyota і Honda), розробити по-блажливі варіанти автомобілів на паливних елементах, але поки без особливого споживчого успіху. Це вказує на те, що нові електромобілі будуть створюватися на доступних технологіях на базі літій-іонних батарей. Чисті електрокари вимагатимуть великих ємностей АКБ, гібридні автомобілі обійдуться менше, продовжуючи застосовувати паливні мотори в якості резервного джерела. Tesla дає прогноз, що вона буде виробляти щорічно близько 35 гігават-годин, на найбільшій фабриці в світі Gigafactory, яку готуються запустити в Неваді. Однак уже в найближчі кілька років, їм знадобиться значно більше часу. Скоро електромобілі витіснять побутову електроніку за кількістю головних покупців батарей, адже їм потрібно набагато більше ємність, ніж зараз необхідна телефонами і ноутбуків.

Як будуть заряджатися електромобілі?

Звичайно, будь-яка батарея потребує енергії, а електромобілі не стануть панацеєю при боротьбі зі змінами клімату, якщо ця енергія буде виходити від брудних джерел, таких як вугілля, нафта або природний газ. Може скластися дивна ситуація, коли переваги електромобіля будуть залежати від того, як він заряджений, тому що все зводиться до локального початкового джерела енергії. Іноді може виявитися, що електромобіль ще більш шкідливий, ніж звичайний автомобіль, оскільки він заряджений від джерела, електрику для якого вироблено теплової станцією спалює тисячі тон вугілля. Така парадоксальна ситуація склалася в Індії, де ваш електромобіль такий же «екологічний», як і звичайний споживає 8 літрів бензину на сотню кілометрів пробігу. Вся річ у тому, що в країні лівова частка виробництва електроенергії як і раніше базується на спалюванні викопних видів палива.

Де береться сировина для АКБ? Навіть в разі якщо все енергопостачання в суспільстві буде робитися з інших, чистих джерел енергії, нам все одно необхідно буде масштабно збільшити видобуток кобальту, літію, і інших сировинних інгредієнтів, для того щоб створювати батареї і робити це постійно. Тут же виникає питання, а де ж та яким способом добувається сировинні матеріали?

ВИСНОВКИ

Екологічний електричний автотранспорт - технологія майбутнього, що дозволяє не тільки заощадити кошти жителів на утримання машини, але і дозволяє зменшити викиди чадних газів в атмосферу. Отже, вважаю, що витіснення автомобілів з двигуном внутрішнього згоряння з ринку можливо і буде відбуватися органічно, з часом, але процес займе довгий час, понад 20 років.

Прискорити зміну авто з ДВС на електрокари зможе інноваційна технологія, що дозволяє зменшити кінцеву вартість електричного автомобіля і збільшує запас ходу на одному електричному заряді, але такі технології тільки розробляються і увійдуть «в ужиток» ще не скоро.

ЛІТЕРАТУРА

1. Карамян О.Ю., Чебанов К.А., Соловйова Ж.А. Електромобіль І перспективи його розвитку // Фундаментальні дослідження. - 2015. - № 12-4. - С. 693-696;
2. <https://nv.ua/auto/news/elektromobili-poka-chto-opasnee-dlya-zdorovya-chem-obychnye-avto-153450.html>
3. Перспективи масового використання електромобілів [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://hevcars.com.ua/reviews/4-pregrady-na-puti-razvitiya-uspeha-elektromobiley>.

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Марченко А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Мета дослідження – підвищення екологічної безпеки транспортних засобів та зниження витрат енергоносіїв на їх рух за рахунок вибору та обґрунтуванню тягового електроприводу для гібридної силової установки легкового автомобіля. Як приклад приймемо автомобіль ЗАЗ Ланос Пікап, який модернізований у гібридний варіант на кафедрі автомобільної електроніки.

ВСТУП

До тягових електричних двигунів, що входять до складу гібридної силової установки, пред'являються наступні вимоги:

- гарні пускові характеристики (високий момент та потужність);
- гарні регульовальні характеристики;
- високий ККД;
- високі питомі показники, що оцінюються співвідношенням номінального моменту електричного двигуна до його маси, Н·м/кг;
- відсутність необхідності в обслуговуванні.

Основною вимогою до тягового електричного двигуна гібридної силової установки, як і до інших тягових електроприводів, є його стійка і ефективна робота у всьому діапазоні тягово-швидкісних режимів, що задаються, за умови обмеження споживаної потужності можливостями акумуляторної батареї. Окрім цього двигун має бути оборотною електричною машиною і забезпечувати рекуперацію енергії гальмування [1].

Проведемо розрахунок мінімально необхідної потужності електричного двигуна для руху та частоти обертання електричного двигуна. Для цього скористаємося формулою

$$V_{\max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \cdot 3,6}{u_{\text{кп}} \cdot u_{\text{гп}}}, \quad (1)$$

де V_{\max} – максимальна швидкість автомобіля у режимі «тільки електрика», приймемо 60 км/год;

3,6 - коефіцієнт переведення швидкості з м/с у км/год;

r - радіус ведучого колеса, для R14 приймемо 0,27 м;

n - частота обертання валу двигуна, Гц;

$u_{\text{кп}}$ - передавальне число коробки передач електродвигуна, приймемо, 1;

$u_{\text{гп}}$ - передавальне число головної передачі ЗАЗ Ланос 4,133.

З формули (1) виводимо потрібну нам формулу обчислення частоти обертання валу електричного двигуна, об/хв

$$n = \frac{V_{\max} \cdot u_{\text{кп}} \cdot u_{\text{гп}} \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot 3,6}, \quad (2)$$

Оскільки багато двигунів маркують частоту обертання валу не в Гц, а в об/хв, переводимо отриманий результат в Гц помножаємо на коефіцієнт 60 згідно формули (2). Отримаємо, що $n = 2\,437$ об/хв

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведемо розрахунок необхідної потужності електричного двигуна для гібридної силової установки легкового автомобіля. Потрібну максимальну потужність двигуна

визначають із умови його руху з максимальною швидкістю та повним з номінальним навантаженням по асфальтовому шосе на ділянці з незначним підйомом

$$N_{max} = \frac{P_k \cdot V_{max} \cdot k_N}{3,6 \cdot \eta_{mp}}, \quad (3)$$

де N_{max} - потужність, яка необхідна для забезпечення руху автомобіля в заданих умовах з максимальною швидкістю, кВт;

P_k - тягова сила на ведучих колесах автомобіля, що потрібна для подолання опору руху в розрахункових умовах (визначається з рівняння тягового балансу автомобіля), кН;

V_{max} - задана максимальна швидкість руху автомобіля, км/год (приймаємо 60 км/год);

k_N - коефіцієнт, що враховує експлуатаційні втрати потужності (втрати на привід допоміжних механізмів двигуна (приймаємо $k_N=1,1$);

η_{mp} - коефіцієнт корисної дії трансмісії (приймаємо $\eta_m=0,9$).

Тягова сила, яка потрібна для забезпечення руху автомобіля з максимальною швидкістю, визначається з рівняння тягового балансу як сума сил опору коченню, підйому та опору повітря, кН:

$$P_k = g \cdot m \cdot (f + i_n) + \frac{C_x \cdot S \cdot V_{max}^2}{3,6^2}, \quad (4)$$

де m – повна або споряджена маса автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап, яка дорівнює 1595 кг та 1067 кг відповідно;

V - швидкість автомобіля у режимі «тільки електрика», приймемо цю швидкість 60 км/год;

g - прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с²;

f - коефіцієнт опору кочення по асфальту дорівнює 0,005;

i_n - підйом дороги, який повинен подолати автомобіль рухаючись з максимальною швидкістю (приймаємо $i_n=0,025$);

C_x - коефіцієнт обтічності, визначається експериментально для кожного кузова, приймемо, що $C_x = 0,34 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м} \cdot \text{кг}$;

S - лобова площа автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап, дорівнює $S = H \cdot W$, з урахуванням $W=1678 \text{ мм}$, $H = 1908 \text{ мм}$, $S=1,678 \cdot 1,908 = 3,201 \text{ м}^2$.

З формули (4) визначаємо тягову силу, яка потрібна для забезпечення руху автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап з максимальною швидкістю у режимі «тільки електрика» 60 км/год $P_k = 771 \text{ Н}$.

З формули (3) визначаємо максимальну потужність електричного двигуна для гібридної силової установки автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап, яка потрібна для підтримання швидкості 60 км/год на невеликому підйомі. Ця потужність дорівнює $N_{max} = 6621 \text{ Вт}$.

З урахуванням запасу потужності для достатньої розгінної динаміки автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап та подолання більш крутих підйомів можна визначити, що достатня номінальна потужність електричного двигуна буде дорівнювати 20 кВт.

Для вибору та обґрунтування тягового електричного двигуна для гібридної силової установки автомобіля проведено порівняння найбільш розповсюджених тягових електричних двигунів потужністю 20 кВт, які призначені для довготривалої роботи в системах електричного приводу транспортних засобів. В результаті проведеного дослідження для електроприводу автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап був обраний електричний двигун компанії Alpha з серії APEV 20-8 (10) номінальної потужності 20 кВт.

Обраний електричний двигун серії APEV 20-8 має ККД до 95 % у широкому швидкісному та навантажувальному діапазоні.

Проведемо дослідження для обґрунтування електричного контролера, який за

своїми характеристиками підходить для управління тягового електричного двигуна компанії Alpha з серії APEV 20-8. На базі проведеного дослідження мною обраний електричний контролер моделі AEV100-D330045L1, який за своїми характеристиками повністю підходить для управління тягового електричного двигуна APEV 20-8 (10).

Основні характеристики електричного контролера моделі AEV100-D330045L1:

- використовується для асинхронного або синхронного двигуна змінного струму з постійними магнітами;
- використовує для автомобільних пристроїв IGBT транзистори, які мають високу продуктивність та більш швидке розсіювання тепла;
- can-bus комунікації;
- висока здатність перевантаження;
- широкий діапазон швидкостей;
- ідеальна слабка магнітна продуктивність;
- використовується перевантаження по струму, перенапруги, під напругою, перевантаження, перегріву, апаратне поволнове обмеження струму, фазове коротке замикання та інші заходи захисту.

Крім наведених основних характеристик електричного контролера він може виконувати наступні специфічні функції автомобіля:

- електронна парковка;
- керування динамікою автомобіля;
- гальмівний пріоритет;
- круїзний контроль;
- протиугінні заходи, гальмування, обмеження швидкості.

ВИСНОВОК

Таким чином, проведений вибір та обґрунтування тягового електроприводу для гібридної силової установки легкового автомобіля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Smyrnov, Oleh et al. Determining the technical and economic parameters for designing hybrid power units for the budget segment. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, [S.l.], v. 1, n. 8 (103), p. 43-49, feb. 2020. ISSN 1729-4061. Available at: <<http://journals.uran.ua/eejet/article/view/194642>>. Date accessed: 29 Feb. 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.194642>.

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ TESLA MODEL S

Смирнов О.П.¹, Какубава Реваз²

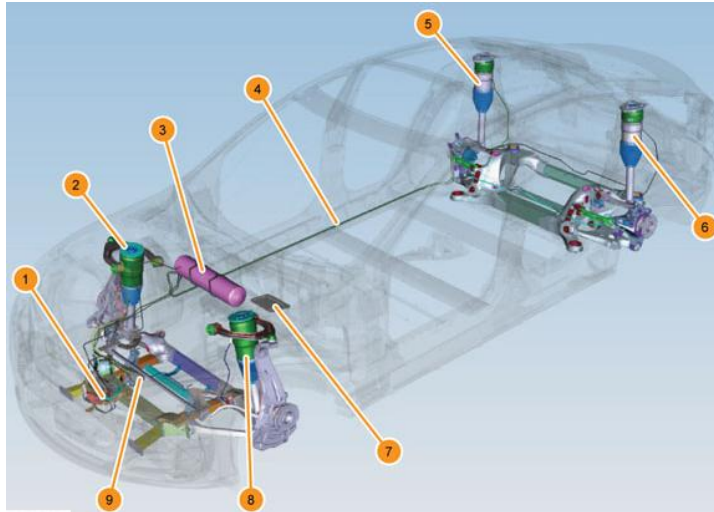
¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Грузинський технічний університет, Грузія

Tesla Model S – п'ятидверний електромобіль виробництва американської компанії Tesla Motors. Електромобіль Tesla Model S вперше був представлений на Франкфуртському автосалоні в 2009 р., продажі почалися у 2012 р. [1].

Активна пневматична підвіска поєднує автоматизовані переваги з функціями, які включаються на вимогу водія. Як тільки Model S прискорюється, пневмопідвіска опускає автомобіль для оптимізації аеродинаміки і збільшення дальності поїздки. Використовуйте тач-скрін, щоб підняти або приспустити Model S для проїзду по високому снігу або заїзду на бездоріжжя. Tesla «запам'ятовує» по геолокації, де піднімається або опускається підвіска і кожен наступний раз сама повторює цю дію.

Розташування компонентів активної пневматичної підвіски Tesla Model S наведено на рисунку 1.



1 – повітряний компресор; 2 – RH модуль передньої підвіски; 3 – резервуар; 4 – труби подачі повітря; 5 – RH модуль задньої підвіски; 6 - LH модуль задньої підвіски; 7 – електронний блок управління пневматичною підвіскою (ECU); 8 – модуль передньої підвіски LH; 9 – блок електромагнітних клапанів.

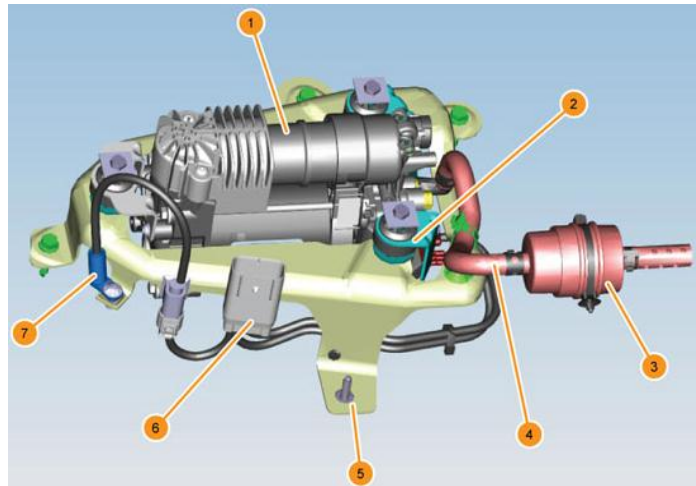
Рисунок 1 – Розташування компонентів активної пневматичної підвіски

Система підвіски працює від тиску повітря. Повітря пропускається через повітряний фільтр для видалення будь-яких забруднень, а потім всмоктується в систему компресором (рисунок 2). Стиснене повітря подається в резервуар, який направляє повітря до модулів передньої і задньої підвіски через блок електромагнітних клапанів і труби подачі повітря, як визначено електронним блоком керування.

Блок управління ECU контролює висоту осі автомобіля за допомогою чотирьох датчиків висоти. Блок ECU регулює висоту автомобіля в залежності від швидкості руху, температури навколишнього повітря, необхідної настройки рівня висоти і ряду інших попередніх умов. Цей процес підтримує підвіску транспортного засобу на правильній висоті для всіх умов. Блок ECU також контролює тиск в системі і включає або вимикає компресор для підтримки правильного тиску.

Блок управління ECU розташований нижче панелі приладів, перед центральною консоллю. Блок управління ECU контролює висоту автомобіля, керуючи тиском повітря всередині системи підвіски. Він обчислює висоту кожної осі окремо шляхом усереднення сигналів висоти, які вона отримує від датчиків висоти, розташованих з кожної сторони пе-

редньої та задньої осей. Для запобігання заслінювання фар фари зустрічного руху під час зміни висоти ECU тримає задню вісь вище передньої осі



1 –повітряний компресор; 2 – гумовий монтаж; 3 – повітряний фільтр; 4 - всмоктуючий шланг; 5 – монтажний кронштейн; 6 – електричний роз'єм; 7 – датчик температури навколишнього повітря

Рисунок 2 – Компоненти компресора

Використовуючи сенсорний екран, водій може вручну вибирати між чотирма рівнями висоти. Під час руху автомобіля рівні висоти також можуть змінюватися автоматично, при цьому висота зменшується в залежності від швидкості руху автомобіля. Коли автомобіль припаркований, рівні висоти також можуть змінюватися автоматично після завантаження та вивантаження пасажирів, як тільки всі двері закриються.

Блок ECU заздалегідь запрограмований на різні режими роботи для забезпечення сервісного обслуговування та обслуговування. Коли драйвер вибирає рівень висоти з сенсорного екрану, запитуваний рівень передається ECU через сигнали CAN.

Для заповнення модулів підвіски та підвищення висоти транспортного засобу ECU управляє компресором через реле, що розташоване в передній коробці запобіжників. Блок ECU підводить енергію до реверсивних соленоїдних клапанів і електромагнітних клапанів в клапанному блоці, щоб забезпечити стиснене повітря з резервуара в пружинні сильфони в підвісних модулях.

Для випуску модулів підвіски ECU подає енергію на реверсивні електромагнітні клапани та електромагнітні клапани в блоці клапанів, дозволяючи компресору перекачувати стиснене повітря з пружинних сильфонів в модулі підвіски назад до резервуару.

Водій може вибрати чотири рівні висоти активної пневматичної підвіски за допомогою сенсорного екрану (рисунок 3): дуже високий; високий; стандартний; низький.

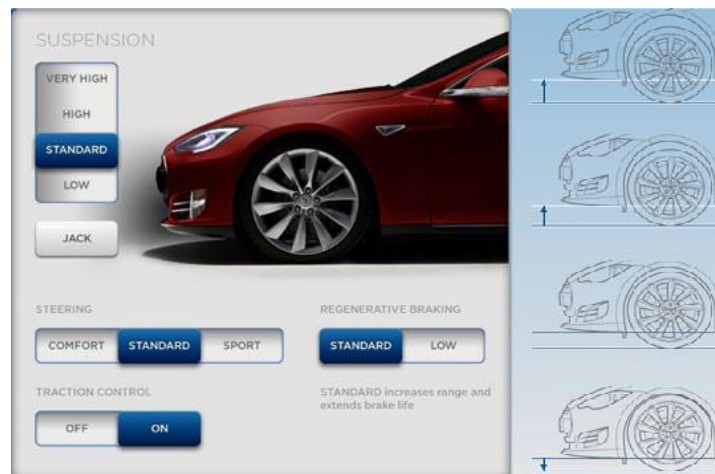


Рисунок 3 – Встановлення рівнів висоти підвіски на сенсорному екрані

Рівень висоти підвіски «дуже високий» можна вибрати зі швидкістю нижче 10 км/год, при цьому підвіска встановлюється на 33 мм вище стандартної. Використовується для отримання додаткового зазору в незвичних ситуаціях. Якщо швидкість транспортного засобу перевищує 16 км/год, автомобіль автоматично опускається до рівня «високий».

Рівень висоти підвіски «високий» можна вибрати зі швидкістю нижче 32 км/год. Встановлює підвіску на 23 мм вище стандартної. Використовується для отримання додаткового зазору на парковках, стоянках. Якщо швидкість транспортного засобу перевищує 30 км/год, автомобіль автоматично знижується до стандартного.

Рівень висоти підвіски «стандартний» забезпечує оптимальний комфорт та керуваність у будь-яких умовах навантаження (додаткові пасажирів, важкий багаж тощо). Це також гарантує, що транспортний засіб має належну висоту їзди при будь-яких умовах навантаження (задня частина автомобіля не опускається вниз при сильному навантаженні).

Рівень висоти підвіски «низький» автоматично знижує автомобіль на 20 мм для покращення аеродинаміки. Спускання починається, коли швидкість транспортного засобу становить більш 90 км/год протягом 30 с. Коли швидкість зростає понад 115 км/год, автомобіль одразу переходить на низький рівень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tesla Model S. <https://www.tesla.com/models> (дата звернення 02.09.2020)

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ЕЛЕКТРОМОБІЛІ ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Кравцов М.М., Павленко В.Р.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Напевно, кожен з нас щодня користується засобами пересування. Найпопулярнішими та найдоступнішими є автомобілі. Але всім нам відомо, що наші передові технології не стоять на місці та впевнено еволюціонують. Так як, стандартні автомобілі завдають шкоди навколишньому середовищу, почали набирати популярність електромобілі.

Електромобіль - це автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від незалежного джерела електроенергії, а не двигуном внутрішнього згоряння.

Всіх потенційних власників електрокарів цікавлять плюси і мінуси транспортних засобів нового покоління. Адже цей різновид автомобілів має чималий ряд незаперечних переваг, завдяки чому на них зростає великий попит.

Основними перевагами електрокарів над автомобілями, які працюють на бензині є:

- Довговічність і простота в обслуговуванні;
- Екологічність;
- Високий ККД (Коефіцієнт корисної дії);
- Економічність;
- Надійність експлуатації, виходячи з того, що ламатись нема чому;
- Відсутність паливної системи, масла, свічок і безлічі інших деталей, які присутні в класичних автомобілях;
- Електроенергія істотно дешевше будь-якого різновиду палива.

Вкрай важливою перевагою електромобілів є їх екологічність. Це стало однією з основних причин по якій даний вид транспорту став дуже відомим у всьому світі. Відсутність вихлопів дозволяє ефективно знизити негативний вплив на навколишнє середовище і природу. Але тут же знову можна зробити застереження на те, що викид парникових газів залишається, але з поширенням електрокарів він знижується в місцях їх масового використання, залишаючи «вуглецевий слід» тільки в локаціях видобутку палива і генерації енергії, тобто за межами міст. Похвалитися тим же самим, паливні автомобілі не можуть, так як давно доведено, що в межах міських агломерацій саме вони головні винуватці забрудненя повітря і формування парникового ефекту.

Досить часто в питанні наскільки екологічні електрокари, акцент потрібно робити не на самих автомобілях, а енергії яку вони споживають. Справа в тому, що в окремих регіонах світу використання електромобілів (зауважте - ми говоримо використання, а не виробництво) може бути абсолютно екологічним, тобто навіть без натяку на будь-який парниковий ефект або «вуглецевий слід». Звичайно, для кожного електрокара необхідна різна кількість електроенергії, але в будь-якому випадку його використання буде більш вигідним, ніж використання бензинового автомобіля. На даному етапі, акумуляторні батареї мала загроза екологічності, в зв'язку з тим, що варіації їх використання величезна кількість.

Тобто, після свого виробництва електромобіль в рази менш шкідливий навіть при зарядці енергією від вугільної електростанції, ніж постійно заправляти бензином / дизелем паливний автомобіль.

Головне спотикання в суперечках виникає через те, що електромобілі незважаючи на «чистий вихлоп» заряджаються енергією. Гарну відповідь на користь електрокарів на це твердження дає недавнє дослідження ЄС, яке показало, що електричний автомобіль, який використовує енергію паливної електростанції витрачає не менше двох третин енергії бензинового автомобіля, що проїжджає таку ж відстань.

Також «екологічна чистота» електромобіля залежить від регіону використання. Про що це говорить? У країнах де вироблення енергії засноване на вичопному або ядерному

паливі - екологічність електрокара буде однієї величини, в державах з розвинуеною альтернативною енергетикою - зовсім інший.

ВИСНОВОК

Висновок, а точніше вердикт напрошується такий – незважаючи на нюанси виробництва або видобутку до них копалин, електрокари однозначно екологічніше, тобто менше шкодять екології в плані викидів в атмосферу шкідливих речовин, ніж будь-які типи паливного транспорту. І в подальшому, розвиток електромобільної галузі буде йти тільки шляхом мінімізації шкоди екології, тоді як паливні автомобілі на сьогодні вже завершили еволюційний розвиток і просто не в змозі стати «чистіше».

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://journal.tinkoff.ru/elektro/>
2. <https://vzlet.org/blog/elektromobil-vs-obychnoe-avto-hto-kruche>
3. <https://uaenergy.com.ua>

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗДОРОВ'Я І ЖИТТЯ ЛЮДИНИ

Кравцов М.М., Вересовська А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Розвиток технологій призвело до безлічі приголомшливих відкриттів, поліпшених умов і розкоші, але в той же час різко змінило повсякденне життя. Які ж сфери життя людини зазнали найбільшим позитивним змінам з початком використання високих технологій?

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Безперервний прогрес в області технологій призвів до появи численних нових методів транспортної інфраструктури, електронної комунікації, таких як веб-сайти соціальних мереж, електронна пошта, голосова пошта і відеоконференції. Ці передові інструменти комунікаційних технологій допомогли усунути час і відстань як перешкоди для ефективного спілкування. Це вигідно не тільки для особистих відносин, а й для освіти і бізнесу. Технологія поліпшила культурна освіта, надавши людям можливість спілкуватися з іншими спеціалістами мереж електро, гібридного та інших видів транспорту з різних країн і дізнаватися про різні прогресивні технології.

На житло людей і спосіб їх життя також вплинули сучасні технології. Більшість предметів, які є сьогодні вдома у кожної людини, автоматизовані, що робить життя набагато простіше, організованіше і безпечніше. Зокрема, завдяки передовим технологічним рішенням, таким як автоматичні дверні замки, камери відеоспостереження та управління освітленням, будинки стали більш безпечними, ніж будь-коли. Крім того, завдяки Інтернету у людей є доступ до всієї інформації та новин, що дозволяє робити покупки електричного та гібридного транспорту онлайн в будь-який час дня і ночі, не виходячи з власного будинку.

Немає сумнівів в тому, що технологія є рушійною силою величезних поліпшень в охороні здоров'я. Більшість лікарень сьогодні впровадили сучасні технології в палатах і хірургічних кабінетах, що значно скоротило помилки, допущені лікарями. У лікарів з усього світу з'явилася можливість спілкуватися між собою і ділитися наявними знаннями. Підвищення доступності лікування також є одним з найдивовижніших способів, за допомогою яких технології змінили охорону здоров'я. Крім технологічних досягнень в лікарнях, існує також безліч додатків для телефонів і настільних комп'ютерів, які дозволяють легко контролювати свою вагу, частоту серцевих скорочень і інші характеристики здоров'я в будь-який час доби. Зайве говорити, що Інтернет є основним джерелом медичної інформації на сьогодні. Однак, інформації про результати технічних і медико-біологічних досліджень впливу на людину електромагнітних випромінювань від електро та гібридних видів транспорту, ефективних заходів захисту людини від них знайти досить важко.

Автори [1] стверджують, що електричні та гібридні автомобілі мають значно вищий фон електромагнітного випромінювання, ніж звичайні, особливо в районі задніх сидінь, де зазвичай знаходиться акумуляторна батарея. У найбільш популярного гібридного автомобіля Toyota Prius рівень випромінювання = 0,003–0,017 мТл. Норма граничнодопустимого рівня (ГДР) становить 0,2 мкТл (відповідно до закордонних джерел). Не визначений єдиний ГДР електромагнітних випромінювань в електромобілі та гібридному автомобілі. Відомо, що під час руху транспортних засобів у потоці можливе явище резонансу ЕМВ у діапазонах частот (48 ... 53), (76 ... 82), (186 ... 192) і (220 ... 225) МГц, що призводить до збільшення середнього рівня випромінювання на 23, 16, 8 і 5 дБ відповідно [2]. Електричний автомобіль – нова технологія, і тому робіт про магнітні вимірювання мало, а статті з тестування магнітних полів (МП) у повністю електричних автомобілях практично відсутні. МП у всіх транспортних системах, що працюють на електричному струмі, мають схожі характеристики.

Магнітні поля в електричному транспорті, включаючи автомобіль, є мультичастотними, які швидко змінюються в часі та просторі автомобіля. Ці властивості магнітного поля є наслідком підсумовування різноманітних джерел магнітного поля на борту транспортного засобу й мінливих режимів руху (прискорення, гальмування тощо). Однак більша частина магнітної енергії концентрується в найбільш низьких частотних діапазонах (квазістатичному й ультранизькому, 0,001–10 Гц) [3-4].

Результати експерименту

Експеримент проводився в електромобілі Nissan Liaf на навантажувальному стенді автомобільно-технічної лабораторії (АТЛ) кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. М. Я. Говоруценка за умови швидкостей від 4 до 60 км/год співробітниками ХНАДУ і ХННЦ «Інститут метрології».

Мета експерименту – порівняти результати вимірювання напруженості ЕМП електромобіля Nissan Liaf на різних швидкісних режимах. Вимірювальні прилади: - вимірювач Narda NBM 550 з датчиком магнітного поля 100 кГц – 1 ГГц і датчиком електричного поля 100 кГц – 3 ГГц [5-6].

Таблиця 1 – Результати експерименту вимірювань напруженості ЕМВ автомобілю Nissan Liaf

№ досліду	Швидкість електромобіля (км/год)	Місце виміру	Показники вимірювального приладу (В/м)
1.	4	Праве колесо, місце водія – пасажир, заднє сидіння	0,28 0,30 0,28-0,30
2.	10	Праве колесо, місце водія – пасажир, заднє сидіння	0,15 0,34 0,31
3.	20	Праве колесо, місце водія – пасажир, заднє сидіння	0,31 0,30 0,+2
4.	40	Праве колесо, місце водія – пасажир, заднє сидіння	0,20 0,30 0,60
5.	60	Праве колесо, місце водія – пасажир, заднє сидіння	10 3,74 2,70
6.(момент розгону під навантаженням)	0-max	Праве колесо, місце водія – пасажир, заднє сидіння	0,12 мА/м 0,12 мА/м 0,12 мА/м

Американські лікарі описують все нові і нові порушення в поведінці людини, які викликані негативним впливом розвитку інформаційних технологій. Фахівці описали вісім найпоширеніших психічних недуг, які часто розвиваються у людей, які активно використовують Інтернет і мобільний зв'язок [7].

Вже доведено, що надмірне захоплення Інтернетом серйозно шкодить здатності концентруватися на одному тексті більше тридцяти секунд. Людям стає все складніше читати довгі статті зі складними реченнями і сконцентруватися на змісті. І медики запевняють, що це далеко не останні наслідки, якими нагородили нас сучасні технології. І деякі з них уже офіційно визнані захворюванням.

На сьогодні на жаль не існує в Світі єдиних норм граничнодопустимих умов впливу електромагнітних випромінювань на людину від електро та гібридних видів транспорту. Деякі дослідники зарубіжних країн стверджують, що безпечним є ПДУ електромагнітних

випромінювань від 0,02 - 0,03 Гц, проте глибокі і результативні дослідження поки на жаль відсутні, а норми поки не узгоджені Всесвітньою організацією охорони здоров'я [8-9].

ВИСНОВКИ

Сучасні транспортні технології дозволяють людям подорожувати на великі відстані. Оскільки транспорт є важливою частиною життя, технології постійно працюють над тим, щоб зробити його більш ефективним і швидким, а за його безпеку, екологічність, захист людини від негативних факторів ураження, постійне зростання дорожньо-транспортних пригод, травм, каліцтв і захворювань людей від негативних факторів м'яко кажучи "поверхнево" підходять товаровиробники [10].

Методика вимірювання електромагнітних випромінювань у електро та гібридних транспортних засобах повинна містити рекомендації та умови у випадку ремонту та технічному огляду автотранспортного засобу. У паспорті кожного транспортного засобу необхідно детально вказувати негативні фактори які впливають на людину і заходи захисту від них [11-12].

За останнє десятиліття автомобільна промисловість переживає технологічну революцію, оскільки електромобілі беруть світ штурмом. Однак, всі причасні до виготовлення, експлуатації, ремонту та обслуговуванню автотранспортних засобів повинні ретельно і постійно турбуватися про безпеку людини яка використовує його.

ЛІТЕРАТУРА

1. Птицына Н.Г., Исмагилов В.С., Копытенко Ю.А., Коробейников А.Г. Фазово-градиентный метод измерения магнитного поля в электромобиле // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 1 (83). – С. 108–112.
2. Коробейников А.Г., Птицына Н.Г., Исмагилов В.С., Копытенко Ю.А. Вычисление топологии магнитного поля в электромобиле с использованием фазово-градиентного метода // Программные системы и вычислительные методы. – 2013. – № 1. – С. 45–55. DOI: 10.7256/2305-6061.2013.01.4.
3. <https://zen.yandex.ru/media/id/5bae01f4d2f91e00ade25298/kak-sovremennyyetehnologii-vliiaut-na-zdorove-i-jizn-cheloveka-5d0165c20e9b4f00ab9fd166>
4. <https://citra.press/kak-sovremennye-tehnologii-vlijajut-na-zhizn-ljudej.html>
5. <https://xn--80akagffuicbyiyee4k.xn--p1ai/2018/08/2018-%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B9-%D0%B2.D0%B6%D0%B8>
6. Popov I. And, O. A. Teslenko, N. I. Teslenko. Analysis of the state of the regulatory framework for ensuring electromagnetic safety in Ukraine //Management systems, navigation and audio systems. 2015. 2. P. 124–131.
7. Selivanov S.E., Filenko V.V., Karazina V.N., Bazhinov A.V. Electromagnetic pollution of the biosphere by motor vehicles (cars, electric cars, hybrid cars) // Automobile transport. 2009. № 25.
8. Synergetic car. Theory and practice: monograph /A.V. Bazhinov et al. – Kharkov, 2011. – 236 p.
9. Hybrid automobiles: a monograph / A.V. Bazhinov et al. – Kharkov, 2008. – 327 p 5. Bases of an effective ecologically clean car. Monograph. / O.V. Bazhinov, T.O. Bazhinova, M.M. Kravtsov. Kharkiv: KHNADU, 2018. – 200 p.
10. Impact on passengers of magnetic fields in electric vehicles / Pablo Moreno-Torres, Marcos Lafos, Marcos Blanco and Jaime R. Arribas Submitted: November 24, 2015 Review: May 31, 2016 Published: October 5, 2016 DOI: 10.5772 /64434.
11. Kirichenko V.I. Electric drive of hybrid vehicles. URL: http://elprivod.nmu.org.ua/en/science/electric_hybrid_vehicles.php.
12. Shubin V.Ye. A device for protecting the driver from geopathic zones and from radiation from the electrical equipment of his own car. URL:<http://guljaeveduard.net/shubin-protectiondevices>.

АВТОМОБІЛІ З ПАЛИВНИМИ КОМІРКАМИ НА ВОДНІ

Колодницька Р.В., Бегерський Д.Б., Шумляківський В.П.
Державний університет «Житомирська політехніка», Україна

ВСТУП

Транспортні засоби на паливних комірках (Fuel-cell electric vehicles FCEVs) з використанням водню відносяться до транспортних засобів з нульовими викидами. Ще недавно автомобілі, що працюють на водні, були нездійсненою мрією. В 2014 році компанія Toyota випустила перший гібридний автомобіль, що працює на паливних комірках - Toyota Mirai, з електричним двигуном потужністю 113 кВт. Замість двигуна внутрішнього згоряння цей автомобіль має стек з паливними комірками, що живляться воднем і виробляють електричний струм.

У Великобританії розташовані біля десяти станцій, де можна заправитися воднем, одна з яких знаходиться в м. Coventry. В табл. 1 показані характеристики гібридного автомобілю Microcab H2EV [1], виробництво якого налагоджено в компанії Microcab (Великобританія) сумісно з лабораторією Future Transport, Coventry University.

Таблиця 1 – Силова установка з паливними комірками (Fuel Cell Powertrain)

Range of full tank	180 miles	Діапазон роботи	180 миль
Drive	Twin DC motors, 40 kW peak	Рушій (привід)	Двигун DC,
Main drive voltage	72 V	Напруга головного приводу	72 вольт
Transmission	Belt drive to front wheel	Трансмісія	Ремінна передача на переднє колесо
Lithium battery pack	4.3 kWh capacity	Літієві батареї	Потужність 4.3 кВт/год
Fuel Cell	Low -temperature proton exchange membrane (PEM)	Тип паливних комірок	Низькотемпературна протонна мембрана (PEM)
Fuel Cell Power	3.0kW -10.0 kW	Потужність паливних комірок	3.0 кВт -10.0 кВт
Hydrogen Tank Capacity	1.8 kg	Ємність резервуару для водню	1.8 кг
Hydrogen Tank Pressure	350 bar	Бак з воднем Тиск	350 бар

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На рис. 1 показано спроектований в програмі Advisor MATLAB автомобіль на водневих паливних комірках.

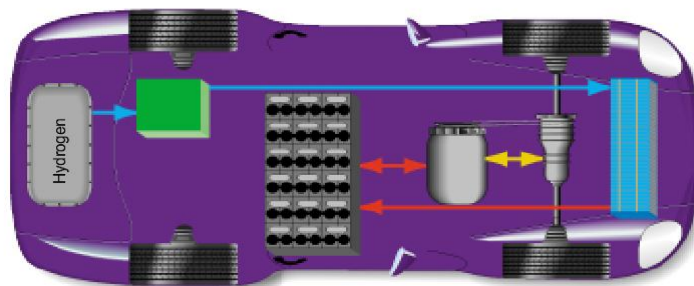


Рисунок 1 – Схема гібридного автомобіля на паливних комірках

Характеристики автомобілю на водневих паливних комірках середньої розмірності (модуль VEHmidSizeCar) показані в таблиці 2.

Таблиця 2– Характеристики автомобілю

Автомобіль:	Середньорозмірний на паливних комірках (VEHmidSizeCar)
Максимальна потужність, кВт	51
Паливні комірки	(fcell)
Паливо	Водень
Батарея	Літій-іонна (Li)
Трансмісія	Механічна (man) (PTS)
Привідні колеса	Передні

Випробування автомобіля на паливних комірках за міським циклом (CYC_UDDS) з ухилом дороги 1,5% (кількість циклів 3) показано на рисунку 2. Характеристики циклу: час циклу: 1369 [с]; дистанція: 12 [км]; максимальна швидкість: 91 [км/год]; середня швидкість: 31,5 [км/год]; максимальне прискорення: $+1,48 [м/с^2]$.

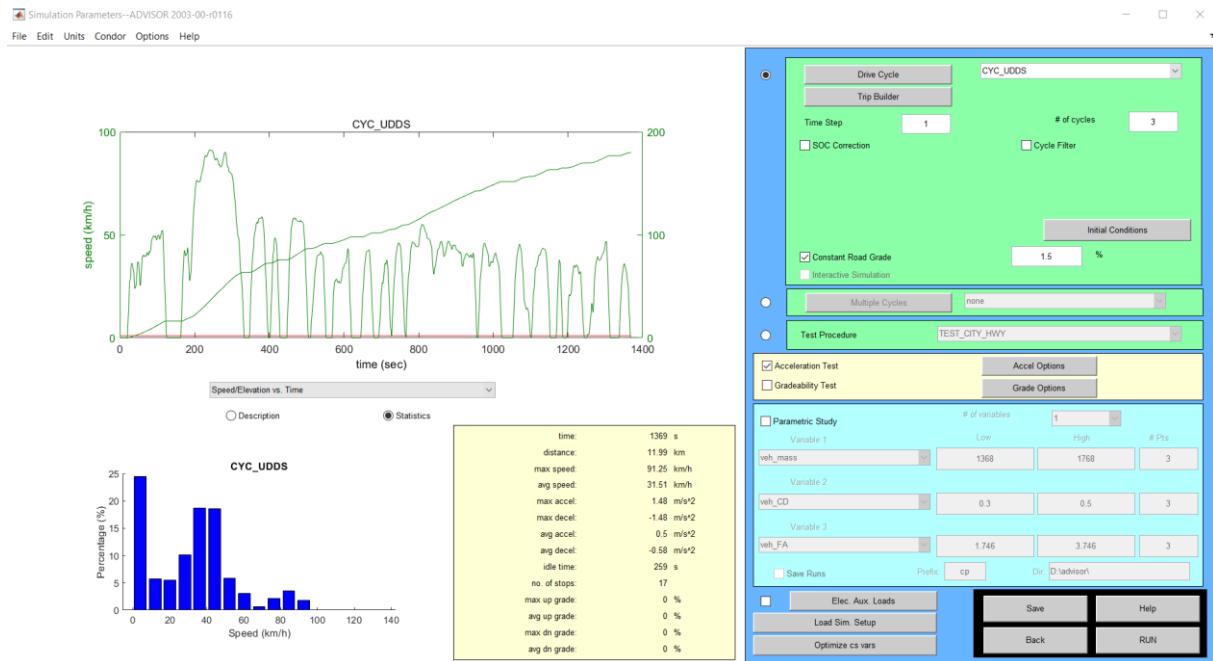


Рисунок 2 – Тестування автомобілю за міським циклом

Автомобіль, що працює на паливних комірках з використанням водню, як палива, показує нульові викиди шкідливих відпрацьованих газів автомобіля, що підтверджується розрахунками у Advisor. Як відомо, такий автомобіль викидає тільки воду. Але, для того, щоб автомобіль на водневих паливних комірках був повністю “зеленим” потрібно забезпечити екологічне виробництво водню.

Було виконано аналіз та моделювання вартості різних методів виробництва, зберігання та транспортування водню. Виробництво водню за допомогою парового риформінгу метану та електролізу води може відбуватися в централізованих або децентралізованих установках. Дослідження показало, що централізований риформінг парів метану є найбільш економічно доцільним методом [2]. На жаль такий метод не можна вважати екологічним.

В Україні, в рамках проекту НАН України «Фундаментальні аспекти відновлювально-водневої енергетики і паливо-комірчані технології» оптимізовані параметри систем отримання водню електролізом води з застосуванням енергії вітру, сонячної радіації і геотермальної енергії обводнених газових родовищ. Виробництво «зеленого» водню за допомогою електролізу, що живиться від електроенергії з відновлюваних джерел енергії,

дозволяє уникнути всіх викидів, на відміну від процесу, який в даний час найбільш розповсюджений: паровий метан-риформінг.

Для того, щоб спроектовані автомобілі на водневих паливних комірках стали реальністю в Україні, звичайно потрібні також заправні станції на водні. Ще одна проблема, що водневі паливні комірки - достатньо дорогі, оскільки вони потребують використання платини.

Українські вчені займаються дослідженнями паливних комірок, в яких можна використовувати, як паливо для автомобілів не тільки водень, але й інші палива, як біогаз, дизельне біопаливо та ін. [4]. Такі комірки, на основі цирконію, розроблені в Інституті проблем матеріалознавства ім. Францевича, м. Київ (Frantcevych Institute for Problems of Materials Science. Lab. for Ceramic Fuel Cells).

ВИСНОВКИ

1. Автомобіль на водневих паливних комірках було спроектовано і протестовано, використовуючи програму Advisor MATLAB.
2. Автомобіль на паливних комірках з використанням водню не має шкідливих викидів і викидає тільки воду.
3. Виробництво «зеленого» водню за допомогою електролізу, що живиться від електроенергії з відновлюваних джерел енергії, дозволяє уникнути всіх викидів, на відміну від процесу, який в даний час найбільш розповсюджений: паровий метан-риформінг.

ЛІТЕРАТУРА

1. Microcab industries Ltd <https://www.coventry.ac.uk/>
2. Martin Khzouz, Evangelos I. Gkanas, Jia Shao , Farooq Sher, Dmytro Beherskyi, Ahmad El-Kharouf and Mansour Al Qubei Life Cycle Costing Analysis: Tools and Applications for Determining Hydrogen Production Cost for Fuel Cell Vehicle Technology Energies 2020, 13, 3783; doi:10.3390/en13153783.
3. http://www.materials.kiev.ua/hydrogen/zb_H.html.
4. Kolodnytska R., Kravchenko A.P., Ilchenko A.V., Vasylyev O. Fuel cell vehicles in Ukrainian perspective. // International Conference on Sustainable Materials and Energy Technologies – ICSMET 2019 12th - 13th of September 2019, P30, Coventry, UK.

Секція 2

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛАГІН-ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

Трунова І.С.¹, Філярський О.О.¹, Барудов С.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Технічний університет, Варна, Болгарія

ВСТУП

В останні роки автомобілебудування перебуває в перехідному стані, коли електромобілі витісняють автомобілі з двигуном внутрішнього згоряння, але все ще не досить популярні, через високу вартість і обмеженість пробігу. Практично всі світові автовиробники взяли курс на електрифікацію транспортних засобів адже за автомобілями на електриці майбутнє.

На сьогоднішній день плагін-гібриди це одна з найкращих альтернатив паливним автомобілям, яка допоможе зберегти звичний комфорт пересування на дальні відстані, скоротивши при цьому споживання палива і викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище. Сучасні плагін-гібриди мають такі експлуатаційні властивості, що дозволяють використовувати їх в якості чистих електромобілів в міських умовах.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експлуатаційними властивостями автомобіля називаються властивості, що характеризують виконання ним транспортних і спеціальних робіт: перевезення пасажирів, вантажів і спеціального устаткування. Ці властивості визначають пристосованість автомобіля до умов експлуатації, а також ефективність і зручність його використання.

Автомобіль має цілу низку експлуатаційних властивостей, які складають дві групи, пов'язані і не пов'язані з рухом автомобіля:

- тягово-швидкісні і гальмівні властивості, паливна економічність, керованість, маневреність, стійкість, прохідність, плавність ходу, екологічність і безпека забезпечують рух автомобілів і визначають його закономірності;

- міцність, місткість, довговічність, пристосованість до технічного обслуговування і ремонту, вантажно-розвантажувальні роботи, посадки і висадки пасажирів багато в чому визначають ефективність і зручність використання автомобіля.

Plug-in hybrid або PHEV – це автомобіль, який має двигун внутрішнього згоряння, електромотор, гібридний модуль (управління двома моторами), а також акумуляторну батарею, яку можна заряджати не тільки під час поїздки шляхом переробки енергії автомобіля, але і безпосередньо через електричну мережу (рис. 1). Однією з його головних особливостей є те, що акумулятор таких автомобілів менше, ніж в електромобілі, і більше, ніж у звичайного гібрида.



Рисунок 1 – Plug-in Hybrid Electric Vehicle

Головними особливостями плагін-гібридів є:

- зарядка акумуляторної батареї безпосередньо від електричної мережі;
- запасний хід гібридного автомобіля при використанні виключно електродвигуна (як правило, електричного заряду автомобіля вистачає, щоб проїхати 30-50 км.).
- plug-in hybrid можуть використовувати змішаний тип роботи (коли працює традиційний двигун і електродвигун), що в значній мірі економить витрату палива, при цьому паралельно йде підзарядка акумуляторної батареї.

Плагін-гібриди дуже схожі на гібридні автомобілі, але мають одну вагому відмінність – можливість заряджатися від побутової електромережі. Потужні акумулятори, які встановлені в автомобілі, дозволяють проїхати на електриці від 10 до 50 кілометрів. Більшість власників плагін-гібридів заряджають свої автомобілі вдома у нічний час, наприклад, від зручної настінної зарядної станції, яку встановлено в гаражі, або у громадських місцях, де встановлено спеціальні станції для зарядки електромобілів. Цих станцій стає все більше і більше. Акумуляторна батарея плагін-гібрида, як правило, має більшу ємність, ніж у звичайних гібридів, що дозволяє долати на чистій електриці великі відстані.

Час зарядки PHEV може бути різним і залежить від:

- температури навколишнього середовища;
- робочої температури акумулятора;
- джерела електроенергії;
- сили струму та стану автомобіля.

У технічних специфікаціях до кожного електромобіля вказано точний час повної зарядки.

Вже зараз плагін-гібриди зі спільною силовою установкою двигуна внутрішнього згоряння і електромотора завдяки своїм експлуатаційним властивостям викликають все більше інтересу у звичайних автовласників. Однак основним недоліком змішаного силового механізму є вартість ремонту електричних систем. Майже 80% несправностей електричних систем плагін-гібрида стосуються інвертора, який заряджає батарею під час роботи двигуна внутрішнього згоряння (механізм згорає і автомобіль не заводиться).

Прогнозується, що плагін-гібриди випередять за обсягом продажів в Європі звичайні гібриди до 2025 року, а за десять років досягнуть рівня 1,2 млн продажів. Це швидке зростання буде відбуватися в міру випуску автовиробниками, такими як BMW, Volkswagen і Volvo, все більшого числа моделей, здатних проїжджати хоча б частину часу без викиду відпрацьованих газів, відповідаючи більш жорстким європейським правилам по CO₂, які вже вступають в силу (з 2020 року).

ВИСНОВКИ

Плагін-гібридні автомобілі – відмінне рішення для великих міст з щільним потоком руху і обмеженням швидкісного режиму. В таких умовах PHEV не тільки значно економить пальне, а й виробляє мінімум шкідливих викидів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вахламов В. К. «Автомобили : Эксплуатационные свойства» Академия, 2006 г., 240 с.
2. Подзаряжаемый гибрид – автомобиль ближайшего будущего. Електроний ресурс. URL: <https://itc.ua/articles/podzaryazhaemyiy-gibrid-avtomobil-blizhayshego-budushhego/> (Дата звернення: 20.10.2020).

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСКОНТАКТНОЙ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Богаевский А.Б., Сериков Г.С., Тунси Ж.С.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы отрасль электромобилестроения и органично связанных с ней областей науки и техники динамично развивается. По прогнозам Европейской комиссии до 2020 г. количество электрических транспортных средств только в Европе составит несколько миллионов экземпляров. Для их зарядки нужны большие (аналогичные сетям АЗС) сети зарядных станций, которые должны отвечать одному или группе международных стандартов, которые определяют типы электрических разъемов и режимы зарядки электромобилей. Такими стандартами уже предлагается в настоящее время три типа электрических разъемов и четыре вида режима заряда аккумуляторов электромобиля. Однако неопределенность (не жесткость) в положениях стандартов приводит к тому, что каждый производитель использует собственные типы батарей, параметры их зарядки и электрические разъемы. Отсутствие должной унификации оборудования электромобилей различных производителей на данное время является серьезным препятствием в создании сетей универсальных зарядных станций.

В отставании международной нормативной базы в отношении отрасли современного электромобилестроения нет ничего удивительного, так как современный период ее становления весьма мал, научно-исследовательские подразделения мировых корпораций все время предлагают новые, более совершенные технологии (в том числе и нанотехнологии) и процессы производства как самих электромобилей, так и комплектующих к ним. А поэтому видимо рано еще утверждать об устоявшейся системе мировых технико-экономических взглядов и подходов к производству современных электромобилей. Хотя подавляющее большинство производителей сходится во мнении на данный момент времени, что основной накопитель энергии должен быть выполнен в виде тяговой аккумуляторной батареи (на данный момент времени из литий-ионных элементов) и именно этот элемент является определяющим как стоимости электромобиля в целом, так и максимального пробега за одну полную зарядку.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для того чтобы решить вышеизложенные проблемы и уменьшить зависимость от конкретных аккумуляторных систем, предлагаются разные методы.

Например, разрабатываются концептуальные методики развития разных видов инфраструктуры зарядных станций, а также предлагается установление пунктов подзарядки непосредственно по местам жительства.

Среди целого ряда предложений необходимо отметить перспективное направление - создание динамической беспроводной зарядки (DWC) для электромобилей. DWC – это беспроводная технология передачи мощности (WPT), которая позволяет заряжать электромобили во время движения. Применяя бесконтактную зарядку возможно значительно снизить зависимость пробега электромобилей от емкости (заряда) аккумуляторов, потому что они предполагают получать дополнительное питание от дорожного полотна. Таким образом, электротранспорт с использованием технологии бесконтактной зарядки получает преимущества в сравнении с обычными электромобилями, такие как снижения стоимости транспортного средства и сокращение времени зарядки вследствие уменьшения необходимой емкости батареи. Исследованием процессов в работе беспроводных систем зарядки занимаются довольно большое количество научных коллективов в мире. По их убеждению практическая реализация преимуществ бесконтактной зарядки достигается при строительстве специализированных трасс со встроенным в дорожное полотно оборудованием

беспроводной зарядки на автомагистралях. Хотя такие дороги и существуют в виде отдельных опытных участков, говорить о ближайшем светлом будущем технологии бесконтактной зарядки рано из-за множества неразрешенных и неурегулированных вопросов.

При установлении DWC в стратегических местах вдоль шоссе, диапазон передвижения электромобилей может быть расширен, что позволяет совершать поездки на большие расстояния.

Однако, одним из основных недостатков этой схемы DWC, есть снижение эффективности работы из-за недопустимого геометрического рассогласования положения приемочной катушки, которую установлено в транспортном средстве и катушки, встроенной под дорожное полотно, которая излучает электромагнитную энергию источника. Транспортное средство должно быть расположено в пределах определенного диапазона положений катушки источника по отношению к катушке нагрузки для достижения передачи высокой мощности.

Актуальность и перспективность данной технологии в ближайшем будущем подтверждается тем фактом, что многие зарубежные исследователи предлагают различные реально действенные методы по снижению влияния величины допустимого геометрического рассогласования между катушками источника и приемника энергии. Так предлагаемые методы содержат в себе изменение геометрии катушки, размещение нескольких катушек в перпендикулярной конфигурации, или конфигурации, которая перекрывается, и даже объединение нескольких катушек разной геометрии в одну единицу. Другим популярным методом является использования ферромагнитных материалов, где *E*-образные или *U*-образные ферритовые сердечники используются на катушках нагрузки или источника. Другие методы также включают схемы настройки резонансной частоты активной катушки, чтобы максимизировать боковой допуск. В данный момент времени использование технологии бесконтактной передачи энергии в движении по специальной дороге на практике вызывает понятные сложности даже для опытных водителей.

В то же время такая технология весьма актуальна для создания стационарных бесконтактных зарядных станций электромобилей в местах их временной или постоянной парковки. При этом будет исключено влияние таких ограничивающих факторов как вес транспортного средства, среда вождения. Исследованию этой задачи посвящена данная работа.

ВЫВОДЫ

Широкое внедрение беспроводной технологии зарядки в настоящее время возможно только в сфере общественного муниципального транспорта отдельных районов, где капитальные затраты готовы нести как местные органы самоуправления, так и заинтересованные в продвижении своих наработок частные предприятия. Вне их сферы интересов остается значительное число частных владельцев электромобилей, которые потенциально могли быть потребителями этой технологии зарядки, если им предоставить недорогие инструменты, позволяющие эффективно использовать все возможности такой зарядки даже по месту жительства. К таким средствам можно отнести недорогие средства облегчения парковки в местах зарядных станций и регулирования взаимного расположения средств передачи и приема электроэнергии в процессе бесконтактной зарядки. К ним можно отнести вспомогательный сенсор соосности катушек приема и передачи электроэнергии и механизм регулировки расстояния между приемно – передающими элементами станции. Такой подход сможет увеличить число сторонников бесконтактной зарядки, хотя конкуренция между проводной и беспроводной технологиями будет продолжаться еще значительное время.

РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ МЕРЕЖЕВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Гроссу В.Ю.¹, Гнатов А.В.¹, Kunicina N.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Riga Technical University, Latvia

ВСТУП

В даний час питання екології та альтернативних способів генерації електроенергії стають все більш актуальними. Особливо це стосується України, оскільки значну частину генерації електроенергії випадає на ТЕС та АЕС, викиди та відходи яких токсичні та шкодять навколишньому середовищу. Для вирішення цих питань держава стимулює розвиток альтернативної енергетики, тому досить привабливим та актуальним є питання інвестицій у цю галузь [1-6].

Метою роботи є розробка додатку для розрахунку мережевої сонячної електростанції, яка представляє собою візуалізацію отриманих результатів розрахунків за заданими параметрами.

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ

Мережева сонячна електростанція будується на базі сонячних батарей і може включати від декількох одиниць до декількох десятків сонячних панелей. Це впливає на загальну потужність сонячної електростанції та вибір місця встановлення, потужність інвертора та площу, яку займає станція [7-10].

Основним джерелом інформації про кількість сонячного випромінювання в регіонах України стала база даних European Commission - організація, яка виконує контроль та розвиток усіх європейських стандартів у промислових, екологічних та інших галузях [11-14]. Платформою програми була вибрана найбільш популярна платформа у наш час - Web. Основною мовою програмування було обрано TypeScript та фреймворк Angular - одні з найбільш популярних рішень на цей час. Програма складається з 2-х сторінок:

1. Домашня сторінка з привітанням та кнопкою навігації на сторінку розрахунків.
2. Сторінка розрахунків з мапою України та формою для заповнення вхідних даних для розрахунку (рис. 1).

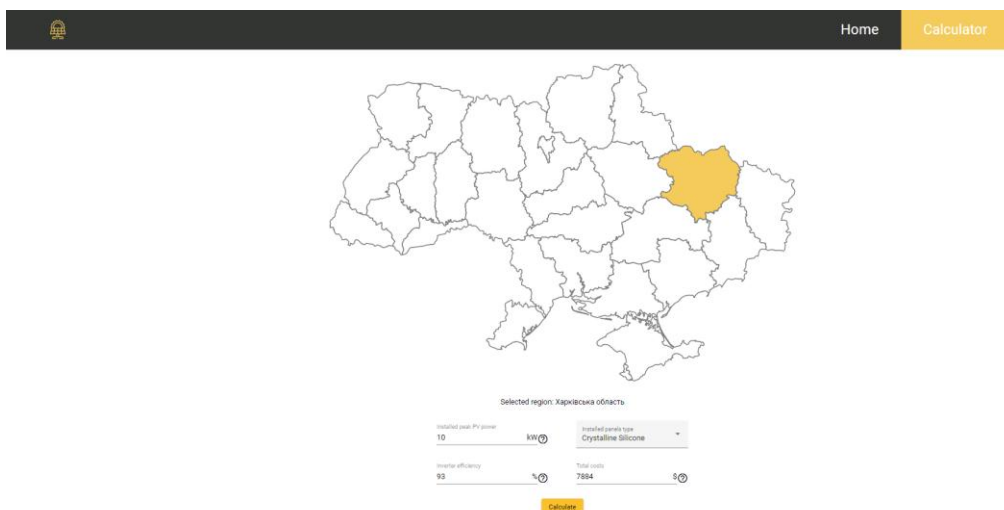


Рисунок 1 – Сторінка розрахунку сонячної електростанції

Основні дані, які треба ввести - це загальна потужність сонячних панелей, їх тип, ККД інвертору та сумарні затрати на придбання та установку станції. Останні 2 поля користувач може не вводити, якщо йому ці параметри невідомі. В цьому випадку ККД інвертору вибирається середнє серед всіх типів інверторів, що представлені на ринку, а за-

гальні витрати обраховуються автоматично від загальної потужності. Після натискання кнопки “розрахунок” відкривається вікно з їх результатами (рис. 2).



Рисунок 2 – Вікно представлення результатів розрахунку

У вигляді графіку можна побачити загальну кількість помісячно виробленої енергії, та іншу додаткову інформацію у таблиці (загальну вироблену енергію за рік, оптимальний азимут та кут нахилу сонячних панелей відносно землі).

Натиснувши на другу вкладку вікна можна побачити графік окупності сонячної електростанції, при цьому береться до уваги, що вся вироблена енергія продається державі за зеленим тарифом (рис. 3).

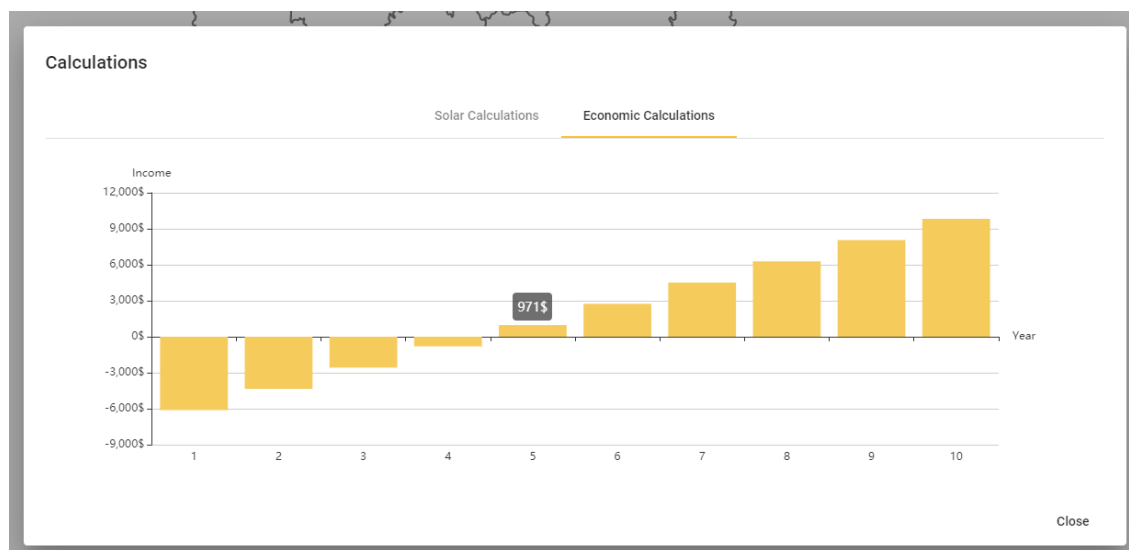


Рисунок 3 – Вкладка з результатами окупності

ВИСНОВКИ

Розроблено додаток для розрахунку мережевої сонячної електростанції, яка представляє собою візуалізацію отриманих результатів розрахунків за заданими параметрами. Наведено скріншоти основних вікон додатку та розписано їх наповнення. Використання представленого додатку значно спростить проблему підрахунку основних економічних показників щодо роботи та окупності мережевої сонячної електростанції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аргун Щ.В. Екологічний та енергоефективний автомобільний транспорт і його інфраструктура / Щ. В. Аргун, А. В. Гнатов, О.А. Ульянець // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2016. – № 2 (77). – С. 18–27.
2. Гнатов А. В. Енергогенеруюча плитка як альтернативне малопотужне джерело електричної енергії / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун // Автомобільний транспорт. – Х. : ХНАДУ. – 2017. – Вып. 40. – С. 167-172.
3. Гнатов А. В. Сонячна енергія – основні види та типи сонячних електростанцій / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, В.О. Череватий, О. А. Ульянець // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 12. – С. 12-21. – ISSN 2226-9266 – Режим доступа: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE17_2/1.2.pdf.
4. Тарасова В.В. Анализ перспектив развития нетрадиционных источников энергии и оценка возможностей их использования / В.В. Тарасова, В.П. Разживин, А.С. Тельный, А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун, А.А. Дзюбенко // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 12. – С. 50-56. – ISSN 2226-9266 – Режим доступа: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE17_2/1.8.pdf.
5. Гнатов А. В. Аналіз схем сонячних електростанцій на фотоелектричних модулях для зарядних станцій електромобілів / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун // Автомобільний транспорт. – Х. : ХНАДУ. – 2017. – Вып. 41. – С. 163-169.
6. Гнатов А. В. Умные дороги, как основа ресурсосберегающих технологий в транспортной инфраструктуре / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О. Р. Киценко // Вісник ПДТУ. – 2017. – Вып. 35. Сер.: Технічні науки – С. 245-252.
7. Гнатов А. В., Аргун Щ. В. Гнатова Г. А, Тарасов К. С. Сонячна зарядна електростанція – комплекс для проведення лабораторних та практичних занять // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. – Х.: ХНАДУ. – 2020. – Вып. 17. – С. 19-26. DOI: <https://doi.org/10.30977/VEIT.2226-9266.2020.17.0.19>
8. Arhun Shch., Hnatov A., Mygal V., Khodyriev S., Popova A., Hnatova H. An integrated system of alternative sources of electricity generation for charging urban electric buses. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) – April 24-26, 2020. – Kyiv, Ukraine – P. 619-624 10.1109 / ELNANO50318.2020.9088911
9. Patļins, A., Arhun, S., Hnatov, A., Dziubenko, O., Ponikarovska, S. Determination of the Best Load Parameters for Productive Operation of PV Panels of Series FS-100M and FS-110P for Sustainable Energy Efficient Road Pavement. In: 2018 IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON): E-Proceedings, Latvia, Riga, 12-14 November, 2018. Riga: Riga Technical University, 2018, pp.#7-1-#7-6. e-ISBN 978-1-5386-6902-0.
10. Patļins, A., Hnatov, A., Arhun, S. Using of Green Energy from Sustainable Pavement Plates for Lighting Bikeways. In: Transport Means 2018: Proceedings of 22nd International Scientific Conference, Lithuania, Trakai, 3-5 October, 2018. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2018, pp.574-579. ISSN 1822-296X. e-ISSN 2351-7034.
11. Hnatov A. Energy saving technologies for urban bus transport / A. Hnatov, Shch. Arhun, S. Ponikarovska // International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. 2017. – №14(4). – P. 4649-4664. doi: <https://doi.org/10.15282/ijame.14.4.2017.5.0366>.
12. Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Дзюбенко О. А., Тарасова В. В. Новіченок С. М. Войт О. В. Похибки приладів обліку електричної енергії. Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2018. – № 13. – С. 66-74. <http://veit.khadi.kharkov.ua/article/view/151270>.

13. Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Дзюбенко О. А., Тарасова В. В., Левенець А. О., Пілявець О. О. Енергозбереження в системах електропостачання. Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание.– Х.: ХНАДУ, 2018. – № 13. – С. 80-89. <http://veit.khadi.kharkov.ua/article/view/151282/150285>.

14. Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Гнатова Г. А., Тарасов К. С., Понікаровська С. В. Пристрій примусового зниження швидкості з функцією генерування електроенергії // Автомобільний транспорт. - Х.: ХНАДУ. 2019. Вип. 45. – С. 70-78. DOI: <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2019.45.0.70>
http://at.khadi.kharkov.ua/article/view/188789?fbclid=IwAR355XRKB_Sr8aV_Sn9_nEnES0PGauafyQyccGbjekVzkolUCslQ0cfnzPk

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ТА ГІБРИДНОМУ ТРАНСПОРТІ

Кравцов М. М., Кулікова М.Е.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Як майже кожна сфера життя геоінформаційні системи (ГІС) можуть допомогти у досягненні досконалості на електро та гібридному транспорті. Це значно допомагає у плануванні, моніторингу та управлінні складними електричними та електронними системами, що беруть участь у плануванні та управлінні перевезеннями, більш ефективно. ГІС допомагає у визначенні збільшення пропускну здатності, вдосконаленні діяльності та визначенні найбільш стратегічних інвестицій для підтримання оптимальної роботи електро та гібридного транспорту в будь-якій країні [1].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Найважливішою метою використання ГІС є візуалізація, досягнута за допомогою карт. За допомогою візуалізації даних у режимі реального часу планувальники електро та гібридного транспорту можуть легко визначити потенційні проблеми, які можна вирішити ефективніше та економічніше, ніж за допомогою переважаючих методів. За допомогою детальних карт ГІС цю інформацію можна легко донести до осіб, які приймають рішення, та громадськості [2].

Наприклад, мобільна ГІС-технологія Esri дозволяє екіпажам, що займаються обслуговуванням електричного транспорту та інспекцією, заощадити час під час збору та оновлення інформації з віддалених місць. Використовуючи пристрої з підтримкою GPS та ГІС, виїзні бригади точно збирають інформацію з місця та безперешкодно оновлюють корпоративні бази даних, розташовані в офісі, в режимі реального часу. Завдяки технологіям GPS та Esri чиновники можуть відстежувати ресурси та активи в режимі реального часу, дозволяючи швидко реагувати на будь-які події, що вимагають негайної уваги. Вони також можуть ефективніше керувати мобільними ресурсами, миттєво бачачи місцезнаходження будь-якої робочої або інспекційної бригади на карті, а потім перерозподіляючи ресурси за необхідності. Інтеграція програмного забезпечення для управління робочими замовленнями, програмного забезпечення та планування руху дозволяє сучасним менеджерам автомобільних доріг ефективніше скеровувати свою мобільну робочу силу та забезпечувати найбільш ефективне використання ресурсів.

Дані ГІС також можуть бути перетворені у функціональні дорожні моделі для масштабного моделювання дорожнього руху. Дорожні карти з бази даних ГІС можуть бути екстрапольовані для автоматичного створення геометрично правильних і топологічно узгоджених 3D-моделей великомасштабних дорожніх мереж, які можна легко використовувати в моделюванні дорожнього руху в режимі реального часу, інтерактивній візуалізації віртуального світу та автономній навігації екологічно-чистих транспортних засобів. Отримане представлення моделі забезпечить важливі особливості доріг для моделювання дорожнього руху, включаючи плавно з'єднані пандуси, магістралі, шляхопроводи, легальні зони злиття та перехрестя і планування маршрутів електро та гібридного транспорту [3].

ВИСНОВКИ

Починаючи з комп'ютеризованих систем управління дорожнім рухом та систем управління безпекою, до ефективних заходів з планування, обслуговування капіталовкладень, планувальники перевезень електро, гібридного та інших видів транспорту повинні використовувати широкий спектр технологій для ефективного управління сучасними дорогами. ГІС ефективно допоможе планувальникам перевезень електро, гібридного та ін-

ших видів транспорту інтегрувати загальноагентську інформацію для досягнення кращої операційної ефективності та результатів. Застосовуючи ГІС на екологічно-чистому видах транспорту, можна досягти більш високої ефективності протягом усього життєвого циклу інфраструктури – від планування, проектування до обстеження та управління будівництвом до експлуатації сучасного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shimonti P. GIS in transportation [Електронний ресурс] / Paul Shimonti. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.geospatialworld.net/blogs/gis-in-transportation/>.
2. T. Le-Anh (Tuan). Intelligent Control of Vehicle-Based Internal Transport Systems [Електронний ресурс] / T. Le-Anh (Tuan) – Режим доступу до ресурсу: <https://repub.eur.nl/pub/6554/>.
3. К. В. ДОЛЯ. Геоінформаційні системи на транспорті Навчальний посібник / К. В. Доля, О. Є. Доля., 2018.

Секція 3

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

МОДЕЛЬ ТЕРТЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ СУХОГО ФРИКЦІЙНОГО ЗЧЕПЛЕННЯ

Михалевич М.Г.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Вимоги до якості та точності відтворення робочих процесів, що відбуваються в елементах автомобіля постійно підвищуються. Це особливо актуально під час моделювання робочих процесів із виключною роллю тертя. Тертя, як елемент дисипації енергії в системі може бути відтворено багатьма способами в залежності від необхідних умов завдання. Робота систем керування таких складових як зчеплення, гальмова система, пневматичних та електропневматичних апаратів гальмової системи та виконавчих пневматичних циліндрів та клапанів базується на законах Ньютона та газової динаміки. Натомість, коли мова йде не тільки про якісне відтворення робочого процесу, а й про кількісну оцінку вихідних параметрів компоненту, що досліджується, якісне відтворення фізичних властивостей сил тертя є безумовно визначальним при моделюванні. В елементах трансмісії тертя суттєво впливає на робочий процес таких елементів як пневматичні циліндри, шарніри, керуючі клапани та фрикційні накладки. В таких елементах як демпфери крутильних колівань та демпфуючі пристрої для гасіння вібрацій педалей зчеплення тертя є елементом раціоналізації їх вихідних параметрів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Класична модель тертя між фрикційними накладками та ведучими дисками зчеплення описана у [1] передбачає дві фази моделювання ковзання та замкнений стан. У фазі ковзання сила тертя моделюється у вигляді Кулонівського тертя із використанням функції $y = \text{sign}(x)$. Ці моделі можуть відтворювати ефект Штрібека (Stribeck effect) [1, 2] або ні. Всі перераховані моделі ні як не враховують деформацію контактуючих поверхонь і зміну сили у контактній парі при цьому, а так під час фази моделювання коли відносна швидкість дорівнює нулю маємо або невизначеність або момент (силу) тертя рівну нулю. Для зчеплення цей ефект настає коли відбувається зміна напрямку дії крутного моменту під час переходу на гальмування двигуном. Із зазначеними проблемами стикалися достатньо давно тому, на сьогодні, з'явилися декілька моделей тертя які покликані вирішити їх. До них відносяться моделі тертя Карноппа (Karnopp model) [3], модель ЛуГре (LuGre Lund-Grenoble) [4], та еластопластична модель [5]. Всі перелічені моделі мають складний опис та багато змінних стану. В науковій літературі для тестування моделей тертя використовується класичний тест на сповзання. Слід відзначити, що складні за описом моделі проходять цей тест і не демонструють сповзання під дією пульсуючої сили, яка менша за силу тертя у режимі ковзання. Моделі, що мають простий опис демонструють сповзання і можуть бути використані тільки для моделювання одного режиму – ковзання.

Систему рівнянь за якою визначається момент тертя між дисками зчеплення запишемо у вигляді системи рівнянь (1).

$$\begin{cases} T_c(\omega_r) = T_c^{stat} \cdot \tanh\left(\frac{\int \omega_r dt}{\varphi_0} + k_{\omega} \cdot \frac{\omega_r}{\omega_s}\right) - \text{sign}\left(\frac{\omega_r}{\omega_s}\right) \cdot (T_c^{stat} - T_c^{din}) \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{|\omega_r|}{\omega_s}\right)^2}\right) \\ T_c^{din} = k_{din} \cdot T_c^{stat} \\ \int \omega_r dt = \varphi_0 \cdot \text{sign}\left(\int \omega_r dt\right) \xrightarrow{\text{якщо}} \omega_r = 0 \\ T_c^{stat} = F_n \cdot \mu \cdot R_{cp} \cdot i \end{cases} \quad (1)$$

де T_c^{stat} – момент тертя зчеплення у разі відсутності відносного проковзування його дисків, Н·м, T_c^{din} – момент тертя зчеплення у разі наявності відносного проковзування його дисків, Н·м, k_ω – коефіцієнт впливу внутрішнього тертя, k_{din} – коефіцієнт зниження моменту зчеплення в динаміці, φ_0 – відносний кут повороту дисків зчеплення в межах якого спостерігається пружна деформація контактних пар, м, ω_s – відносна кутова швидкість дисків зчеплення яка розмежує статичний та динамічний режим тертя, c^{-1} , μ – коефіцієнт тертя, R_{cp} – середній радіус тертя веденого диску зчеплення, м, i – кількість поверхонь тертя.

Базове, перше, рівняння цієї системи структурно складається з двох доданків. Другий доданок схожий на рівняння, що відтворюють ефект Штрібека в багатьох моделях, таких як LuGre або еластопластичної моделях [5], пропорційна відносній швидкості ковзання контр тіл та відповідає за відтворення сили тертя в режимі ковзання. Перший доданок забезпечує зміну сили тертя в режимі пружних деформацій, протягом якого сила тертя пропорційна відносному зсуву контр тіл пари тертя. В початковий момент інтегрування початкові значення параметрів таких як ω_r та $\int \omega_r dt$ дорівнюють нулю.

Наведена модель демонструє стабільне положення під час класичного тесту на «Сповзання», який не проходять статична модель та модель LuGre. Також Запропонована модель відтворює ефект Штрібека та гістерезис, як у режимі ковзання так і в режимі пружних деформацій. При використанні запропонованої моделі тертя для моделювання робочого процесу сухого фрикційного зчеплення вона демонструє стійку роботу та забезпечує єдину систему рівнянь для режимів передавання крутного моменту із ковзанням та без нього. Проста математична форма моделі дозволяє використовувати її не витрачаючи зайвий час на реалізацію математичного опису тертя.

Під час моделювання робочого процесу фрикційного зчеплення із моделями із невизначеністю, при закінченні ковзання контактуючих поверхонь, модель переходить до постійних перемикачів стану, що відбивається у зупинці подальшого розрахунку. Натомість використання моделі, що пропонується, забезпечує подальший розрахунок із плавною зміною моменту тертя між поверхнями дисків зчеплення.

ВИСНОВКИ

Так, наведена в роботі модель дозволяє з мінімальними затратами часу на проектування моделі, відтворювати робочий процес із визначною роллю тертя більш якісно. Насамперед забезпечує модель єдиною системою рівнянь відображаючи робочий процес істотно. У перспективі, функціонал наведеної математичної моделі може бути розширений шляхом доопрацювання в частині впливу температури навколишнього середовища та контактуючих поверхонь контртіл.

ЛІТЕРАТУРА

1. Marius Bataus, Andrei Maciac, Mircea Oprean, Nicolae Vasiliu. Automotive clutch models for real time simulation. THE PUBLISHING HOUSE OF THE ROMANIAN ACADEMY PROCEEDINGS OF THE ROMANIAN ACADEMY, Series A, Volume 12, Number 2/2011, pp. 109–116.
2. Andersson, S., Soderberg, A., Bjorklund, S., Friction models for sliding dry, boundary and mixed lubricated contacts, Tribology International, 40, , 2007. pp. 580–587.
3. Karnopp, D., Computer simulation of stick/slip friction in mechanical dynamic systems, Trans. ASME, J. of Dynamic Systems, Measurement and Control, 107, March 1985. pp. 100-103
4. Canudas-De-Wit C. Comments on «A New Model for Control of Systems with Friction // IEEE Transactions on Automatic Control.— 1998.— V.43.— №.8.— p. 1189 – 1190.
5. Pierre Dupont, Vincent Hayward, Brian Armstrong, Friedhelm Altpeter, Single State Elastoplastic Friction Models. IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL, VOL. 47, NO. 5, MAY 2002. pp. 787 – 792.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ І ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ITS СИСТЕМИ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ В ПРОЦЕСАХ МОНІТОРИНГУ ТЗ

Грицук І.В.¹, Погорлецький Д.С.¹, Симоненко Р.В.², Український Є.О.³

¹Херсонська державна морська академія, Україна

²Національний транспортний університет, Україна

³Приазовський державний технічний університет, Україна

Для дистанційного дослідження параметрів технічного стану і процесів нагрівання двигуна транспортного засобу (ТЗ) за допомогою системи теплової підготовки (СТП) на основі теплового акумулятора (ТА) фазового переходу була розроблена і сформована схема інформаційного обміну між елементами вимірювального комплексу. *Особливості* інформаційного обміну в процесі дистанційного управління працездатністю ТЗ описані в [1,2,3]. Для проведення експериментальних досліджень ТЗ в реальному часі в процесі дослідження була використана описана в [1,2,3] структура системи моніторингу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Схема інформаційного обміну між елементами вимірювального комплексу засобами ITS у вигляді структури інформаційної взаємодії між відповідними елементами системи теплової підготовки в процесах моніторингу ТЗ показана на рис. 1. Структура інформаційної взаємодії містить транспортний засіб (разом з транспортним двигуном), систему теплової підготовки на основі ТА, штатні датчики, датчики, що встановлені додатково (на прикладі датчиків системи теплової підготовки: t_1 °C, t_2 °C, t_3 °C, t_4 °C, тощо), стандартну систему обміну інформації на основі стандарту OBD-II, адаптер (сканер) OBD-II, адаптер (сканер), трекер моніторингу параметрів теплової підготовки [1,2,3], підключення до спряженого пристрою за допомогою USB або Wi-Fi (Bluetooth), бортовий програмно-діагностичний комплекс (БПДК), мережі зв'язку на основі GPS, a-GPS, Galileo, SBAS, GPRS, Internet або локальну мережу, Web-сервер, інформаційну базу даних, загальне і спеціальне програмне забезпечення, інформаційні програмні комплекси забезпечення моніторингу транспортного засобу, учасників процесу випробування ТЗ, робоче місце системи моніторингу і блок керування системою теплової підготовки транспортного двигуна на основі теплового акумулятора фазового переходу. На схемі (рис. 1) пунктиром показаний контур структури, що базується на транспортному засобі. Структура функціональних можливостей інформаційної системи для проведення дослідження і виконання покладених на нього функцій включає взаємодію елементів і особливості інформаційного обміну між елементами у межах їх сукупностей для здійснення дистанційного моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану, контролю та управління роботоздатністю ТЗ.

За допомогою адаптера (сканера) OBD-II (для дослідного ТЗ, що обладнаний системою стандарту OBD-II) відбувається зчитування інформації про параметри ДВЗ, ТЗ, СТП і ТА (рис. 1) з штатних датчиків, що встановлені на ТЗ. За допомогою трекера моніторингу параметрів теплової підготовки (для датчиків СТП і ТЗ, які не включені до систем стандарту OBD-II) відбувається зчитування інформації про параметри ДВЗ, ТЗ, СТП і ТА (рис. 1) з датчиків, що встановлені додатково.

В залежності від підключення (відключення) в роботу робочого місця системи моніторингу вимірювальний комплекс для дистанційного дослідження роботи ТЗ з СТП на основі ТА може працювати в ручному, автоматизованому і автоматичному режимах. Різниця полягає в тому, чи буде підключатись ймовірнісні інформаційно-програмні комплекси і чи буде здійснюватись коректування оцінки спектра умов експлуатації ТЗ, а також, чи буде відбуватись регулювання теплового стану ТЗ в процесі експлуатації (в автоматичному, або ручному (автоматизованому) режимі) за допомогою СТП з ТА. В цьому випадку з Web-сервера і інформаційної бази даних отримана інформація передається в програмне

забезпечення і до учасників процесу випробування і дослідження ТЗ. Принцип роботи абонентського устаткування ТЗ, заснований на можливості визначення фактичних технічних параметрів стану ТЗ, а також точного визначення місця розташування і точного часу за параметрами, прийнятими від навігаційних супутникових систем, що виконується *GPRS* приймачем, та обміну цією інформацією з робочим місцем системи моніторингу.

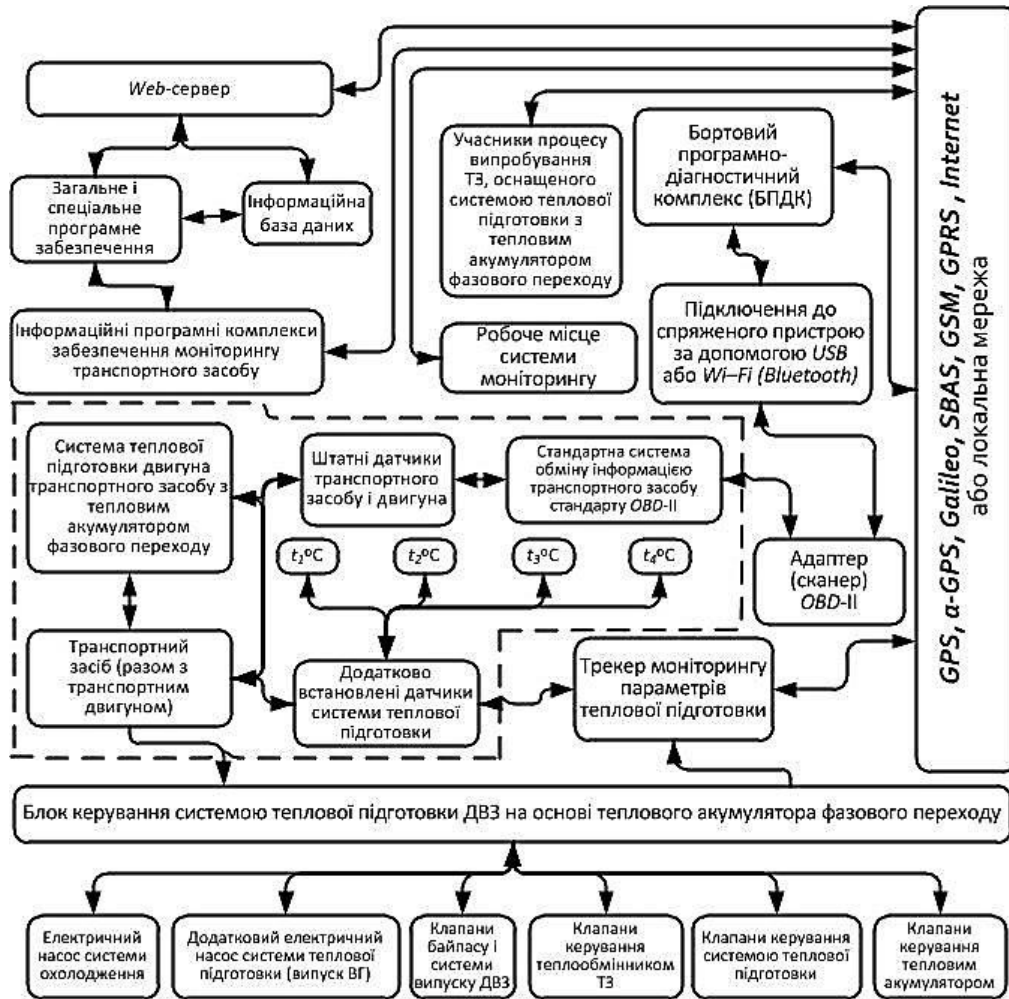


Рисунок 1 – Схема інформаційного обміну між елементами вимірювального комплексу для здійснення дистанційного дослідження процесів прогріву двигуна і ТЗ з системою теплової підготовки у складі фазоперехідного ТА

Для забезпечення керування процесами прогріву ТЗ систему теплової підготовки СТП оснащено блоком керування системою теплової підготовки, який за допомогою власних складових елементів (рис. 1) забезпечує безпосередньо керування температурним режимом ТЗ і передає необхідну інформацію через трекер моніторингу в розроблену систему інформаційного обміну [1,2,3]. Обмін інформацією в комплексі здійснюється через *GPS*, *a-GPS*, *Galileo*, *SBAS*, *GPRS*, *Internet* або локальну мережу, що дозволяє передавати як цифрові і відео-, так і голосові дані. БПДК є інтелектуальним пристроєм і може самостійно вирішувати задачі контролю технічних параметрів ТЗ в процесі руху. У пам'ять БПДК закладаються вихідні дані для роботи СТП, в тому числі і параметри ТЗ, ДВЗ, СТП та ТА. Порівняння даних про місце розташування ТЗ і заданих критеріїв роботи дозволяє БПДК самостійно приймати рішення про інформування як водія, так і оператора робочого місця й учасників процесу випробування і дослідження ТЗ про відхилення заданих параметрів. При цьому для зручності оперативного управління здійснюється двосторонній зв'язок.

У відповідності до запропонованої структури системи моніторингу (рис. 1) було розроблено моделі бази інформаційної системи моніторингу параметрів ТЗ з двигуном з

СТП і виділені 2 підсистеми, що забезпечують отримання інформації від основних інформаційних блоків ТЗ, двигуна з СТП, а саме 1 – блоки збирання і передачі інформації від ТЗ, двигуна і про умови експлуатації ТЗ (CAN-шина); 2 – блоки збирання і передачі інформації від СТП, ТЗ та про умови експлуатації ТЗ і пристроїв моніторингу (трекер). Особливість запропонованої системи полягає в тому, що обидві підсистеми створюють спільне інформаційне поле системи моніторингу параметрів ТЗ з СТП але діють окремо одна від одної, виходячи з особливостей задач, що вони виконують. Особливості формування блоку 1 детально описані в [4].

ВИСНОВКИ

Модель предметної області для досліджуємої системи моніторингу параметрів експлуатації і технічного стану представлена окремо для кожної з підсистем, а саме для ТЗ і двигуна, оснащеного СТП, і показана у вигляді наступних множин для вказаних підсистем: 1 – двигун ТЗ, безпосередньо ТЗ і умови експлуатації (УЕ) ТЗ [4] та 2 – СТП, ТЗ, пристрої моніторингу (ПМ) і УЕ ТЗ, а саме:

$$M_{np.o.} = \begin{cases} M_{np.o.1} = \langle O_1, V_{ex.1}, V_{вих.1}, F_1, H_1, P_1, R_1 \rangle, \text{двигун, ТЗ і УЕ}[\dots] \\ M_{np.o.2} = \langle O_2, V_{ex.2}, V_{вих.2}, F_2, H_2, P_2, R_2 \rangle, \text{СТП, ТЗ, ПМ і УЕ} \end{cases} \quad (1)$$

де, в межах підсистеми 1 складові описані в [4], а в межах підсистеми 2: $O_2 = \{ o_{m.2} / m_2 = 1, M \}$ - об'єкти автоматизації СТП, ТЗ, пристроїв моніторингу, які можливо представити самостійними частинами в межах підсистеми 2 - блок збирання і передачі інформації від СТП, БПДК від ТЗ; блок збирання інформації про стан і умови експлуатації пристроїв моніторингу і ТЗ; $V_2 = \{ v_{i.2} / l_2 = 1, L \}$ - інформаційні елементи (вхідні $V_{ex.2}$ і вихідні $V_{вих.2}$ дані) СТП, ТЗ і пристроїв моніторингу; $F_2 = \{ f_{i.2} / i_2 = 1, I \}$ - функції автоматизації, що виконуються системою моніторингу і прогнозування параметрів СТП, ТЗ і ПМ; $H_2 = \{ h_{j.2} / j_2 = 1, J \}$ - завдання обробки даних системи моніторингу та прогнозування параметрів СТП, ТЗ і ПМ; $P_2 = \{ p_{k.2} / k_2 = 1, k \}$ - множина значень, що характеризує кількість і склад персоналу, який забезпечує роботу з системою моніторингу та прогнозування параметрів СТП, ТЗ і ПМ; $R_2 = \{ r_{y.2} / y_2 = 1, Y \}$ - множина відносин (взаємозв'язків) між компонентами $M_{np.o.2}$ предметної області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Погорлецький Д.С. Структура вимірального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS / Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики : монографія / Blatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. – Херсон : ХДМА, 2019. – 442 с. : іл., табл. (укр., рос., англ. мовами) ISBN 978-966-2245-53-0, Херсон, р. 383-394.

2. Погорлецький Д.С., Грицук І.В., Симоненко Р.В. Особливості формування системи теплової підготовки двохпаливних транспортних засобів, працюючих на рідкому нафтовому паливі і зрідженому нафтовому газі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет. – Вінниця: ВНТУ, 14-15 квітня 2020. – 112-115 с.

3. Погорлецький Д.С., Полівінчук А.П., Матейчик В.П., Цюман М.П., Володарець М.В. Особливості теплової підготовки транспортного двигуна в умовах експлуатації. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. – Вип. 19, т. 4. С 286-297.

4. Волков В.П., Грицук І.В., Комов П.Б. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування. Донецьк : Ландон-XXI, 2015. – 314 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Бажинова Т.О., Суслов Є.А.

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка, Україна

ВСТУП

Для вирішення транспортних проблем доцільним є впровадження в процес контролю за переміщенням транспорту у великих населених пунктах інтелектуальних систем, застосування яких дозволить знизити рівень завантаженості автомобільних доріг і збільшити їх пропускну спроможність, оптимізувати використання автомобільного транспорту.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Інтелектуальні системи дозволяють створювати умови для взаємодії з одиничними дорожніми транспортними засобами або з транспортним потоком за допомогою інформаційних і комунікаційних технологій, а також з дорожньо-транспортною інфраструктурою.

За допомогою інформаційно-комунікативних технологій вирішуються завдання: підвищення мобільності людей і контролю перевезень пасажирів і товарів (шляхом збору, передачі, обробки та отримання інформації про процес руху); організації зворотного зв'язку в глобальних транспортних системах (що базується на кількісній оцінці результатів практичних спостережень за транспортними потоками); контролю якості транспортних послуг (безпека, економічність і екологічність); розширення можливостей по задоволенню зростаючого попиту на перевезення вантажів і пасажирів на всіх видах транспорту; підвищення безпеки дорожнього руху.

Обсяг і рівень «насичення» автомобілів компонентами засобів автоматизації залежить від їх призначення та необхідного рівня керування рухом автомобіля та управлінні робочими процесами. Система автоматизації являє собою комплекс датчиків і приймачів випромінювань різних видів і діапазонів для установки практично на будь-який колісної машині до перетворення її в безпілотне транспортний засіб. Керування автомобілем здійснюється на основі команд, що виробляються на основі даних функціональних систем (рис. 1).

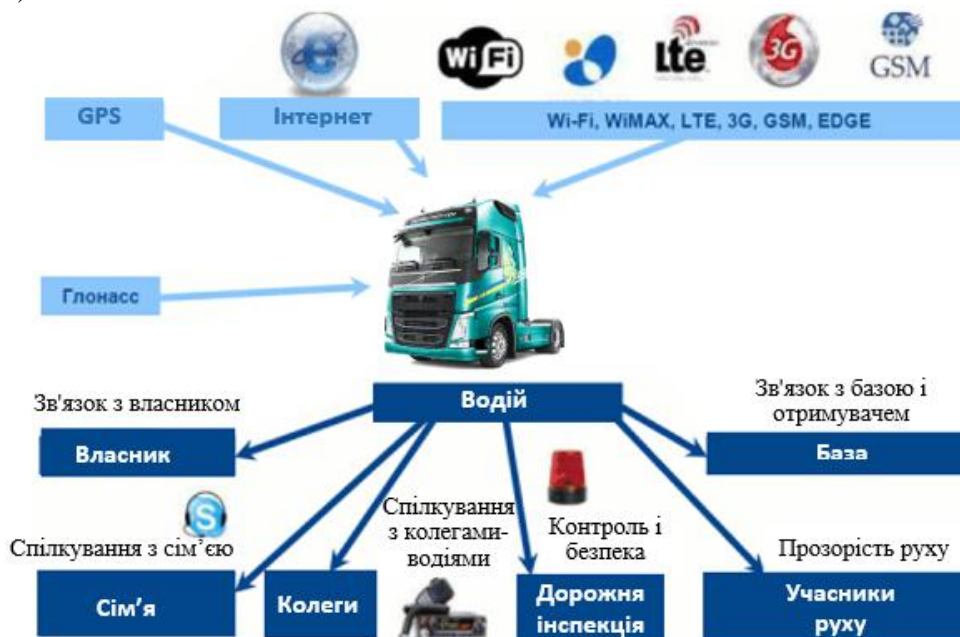


Рисунок 1 – Системи зв'язку інтелектуального автомобіля

Головні завдання, які інтелектуальні системи в автомобільному транспорті повинні вирішувати:

- визначення власного місця розташування на дорозі / місцевості;
- моніторинг і аналіз дій оточуючих рухомих і стаціонарних об'єктів;
- інформаційну взаємодію з елементами навколишнього дорожньої обстановки, диспетчерським центром, службою технічного забезпечення;
- дотримання швидкісного режиму потоку, рядності, безпечної дистанції руху;
- екстрене гальмування або зміна траєкторії руху для запобігання ДТП.

Енергоефективні транспортні засоби необхідно оснащувати новітніми бортовими комп'ютерами з застосуванням інтелектуальних систем останніх поколінь. Перелік основних інтелектуальних систем сучасного автомобіля: ACC (адаптивний круїз-контроль); Break Assist (електронний помічник екстреного гальмування); EBS (електронна система гальмування); AFS (Система активного рульового управління); LDW (Система попередження о з'їзді зі смуги руху); Система контролю «мертвих зон»; система нічного бачення; система виявлення нерухомих об'єктів; CDC (активний контроль крену); ASR (антибуксувальна система); EDS (електронне блокування диференціала); Adaptive ESP (електронна система стабілізації руху); система допомоги при маневруванні (Stop&Go); HAS (система допомоги при рушанні на підйом); обмежувач максимальної швидкості; система навчання водія; єдиний інформаційний простір.

Інтелектуальні автомобільні системи розвиваються паралельно з розвитком ІТ-технологій в світі. Основним завданням проектування автомобілів є здатність оновлень даних інтелектуальних систем через єдиний інформаційний простір.

ВИСНОВКИ

Безсумнівно, що розвиток інтелектуальних систем на автомобільному транспорті значно знизить експлуатаційні витрати при транспортуванні вантажів. Ефективне використання інтелектуальних систем призведе до істотного скорочення часу поїздок. Наявність можливості оперативно регулювати швидкість руху транспорту на певних ділянках і своєчасно інформувати про це водіїв дозволить забезпечити підвищення транспортної та екологічної безпеки. До позитивних аспектів впровадження інтелектуальних систем на транспорті слід також віднести можливість оперативно і в найкоротші терміни надати аварійно-рятувальну та невідкладну медичну допомогу при дорожньо-транспортних пригодах з важкими наслідками шляхом виклику відповідних спеціальних служб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мигаль В.Д. Мехатроника транспортных средств / В.Д. Мигаль, О.Я. Никонов. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2017. – 328 с.
2. Бажинова Т.О. Інтелектуальні та інтелектуалізовані інформаційні системи автомобілів / Бажинова Т.О. // Міжнародної науково-практичної конференції "Новітні технології розвитку автомобільного транспорту" 16-19 жовтня 2018 р. С. 468-469 URL: http://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F_Automobile/conf/2018_conf_V/_Tezisy_part18Opdf.pdf
3. Мигаль В.Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів : монографія [Електронний ресурс] / В.Д. Мигаль. – Харків : Майдан, 2018. – 262 с.
4. Тарасик В.П. Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами: Монография/ В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич.- Минск: УП "Технопринт", 2004. - 512 с.

ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ВІЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ РІДИНИ, ЩО ТРАНСПОРТУЄТЬСЯ, НА КУРСОВУ СТІЙКІСТЬ АВТОМОБІЛЯ ОСНАЩЕНОГО ЦИСТЕРНОЮ З РІДКИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

Александров Є.Є.¹, Григор'єв О.Л.², Моргун Я.Ю.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

ВСТУП

В роботах [1,2] описано математичну модель збуреного руху автомобіля в процесі термінового гальмування з урахуванням роботи системи курсової стійкості автомобіля:

$$\begin{cases} M \cdot \dot{V}(t) = -2\kappa_{\Gamma} \cdot p_0(t) - f_c \cdot M \cdot g; & J \cdot \ddot{\psi}(t) = -\frac{B \cdot \kappa_{\Gamma}}{2} \cdot \Delta p(t) + m_c(t); \\ J_{\kappa} \cdot \Delta \ddot{p}(t) + f_{\kappa} \cdot \Delta \dot{p}(t) + c_{\kappa} \cdot \Delta p(t) = \kappa_u \cdot U(t); & \dot{y}(t) = -V(t) \cdot \psi(t), \end{cases} \quad (1)$$

де t – це час; $V(t)$ – курсова швидкість руху центру мас; $\psi(t)$ – кутове відхилення власної подовжньої вісі автомобіля відносно заданого напрямку руху; $\Delta p(t)$ – різниця тисків гальмівної рідини в магістралях правого і лівого бортів автомобіля; $y(t)$ – бічне відхилення центру мас від заданої траєкторії руху в режимі гальмування; $p_0(t)$ – тиск гальмівної рідини на виході головного гальмівного циліндру; f_c – приведені значення коефіцієнту спротиву кочення усіх коліс автомобіля; g – прискорення вільного падіння; $m_c(t)$ – момент спротиву повороту; $U(t)$ – сигнал керування, що виробляється системою курсової стійкості автомобіля; M – повна маса автомобіля; J – момент інерції автомобіля відносно його власної вертикальної вісі; B – ширина колії; J_{κ} – момент інерції коромисла електромагніта у електромагнітному підсилювачі; f_{κ} – коефіцієнт рідинного тертя у вісі коромисла; c_{κ} – коефіцієнт жорсткості пружини, що фіксує коромисло у нейтральному стані; κ_{Γ} , κ_u – коефіцієнти пропорційності.

Коливання вільної поверхні транспортуємої рідини можуть впливати на процеси стабілізації напрямку руху автомобіля пр. и його терміновому гальмуванні. Тому метою цієї роботи являється дослідження впливу цих коливань на курсову стійкість автомобіля.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження зазначеного впливу створена уточнена математична модель збуреного руху автомобіля з урахуванням поздовжніх та поперечних коливань парціальних шарів рідини [3], яка має наступний вигляд:

$$M \cdot \dot{V}(t) = -2\kappa_{\Gamma} \cdot p_0(t) - \sum_{k=1}^n m_k^x \cdot \ddot{x}_k(t) - f_c \cdot M \cdot g; \quad (2)$$

$$J \cdot \ddot{\psi}(t) = -\frac{B}{2} \cdot \kappa_{\Gamma} \cdot \Delta p(t) + \sum_{l=1}^m m_l^y \cdot [(\Delta L - f_c \cdot (H_n + h_l)) \cdot \ddot{y}_l(t) - f_c \cdot g \cdot y_l(t)] + m_c(t); \quad (3)$$

$$\ddot{x}_k(t) + \varepsilon_k^x \cdot \dot{x}_k(t) + (\omega_k^x)^2 \cdot x_k(t) = -\dot{V}(t) \quad (k \in \overline{1, n}); \quad (4)$$

$$\ddot{y}_l(t) + \varepsilon_l^y \cdot \dot{y}_l(t) + (\omega_l^y)^2 \cdot y_l(t) = -v(t) \cdot \dot{\psi}(t) - \Delta L \cdot \ddot{\psi}(t) \quad (l \in \overline{1, m}); \quad (5)$$

$$J_{\kappa} \cdot \Delta \ddot{p}(t) + f_{\kappa} \cdot \Delta \dot{p}(t) + c_{\kappa} \cdot \Delta p(t) = \kappa_u \cdot U(t); \quad (6)$$

$$\dot{y}(t) = -V(t) \cdot \psi(t), \quad (7)$$

де x_k , y_l – зміщення центрів мас парціальних осциляторів; m_k^x , m_l^y – їх маси,

$$m_k^x = M_{\text{pid}} \cdot \frac{2 \operatorname{th}(\lambda_k^x \cdot h)}{\pi^2 \cdot \lambda_k^x \cdot h \cdot (k-0.5)^2} \quad (k \in \overline{1, n}), \quad m_l^y = M_{\text{pid}} \cdot \frac{2 \operatorname{th}(\lambda_l^y \cdot h)}{\pi^2 \cdot \lambda_l^y \cdot h \cdot (l-0.5)^2} \quad (l \in \overline{1, m});$$

$M_{рiд}$ – маса рідини в цистерні, $M_{рiд} = \rho \cdot a \cdot b \cdot h$; ρ – щільність рідини; a, b – довжина та ширина цистерни; h – рівень рідини в цистерні (при відсутності коливань); λ_k^x, λ_l^y – хвильові числа для подовжніх та поперечних коливань рідини,

$$\lambda_k^x = \frac{\pi \cdot (2k - 1)}{a}, \quad \lambda_l^y = \frac{\pi \cdot (2l - 1)}{b};$$

H_n – відстань від поверхні дорожнього покриття до днища цистерни; h_l – відстань від днища цистерни до центру мас l -того парціального прошарку, причому

$$h_l = h - \frac{\text{th}(\lambda_l^y \cdot h / 2)}{\lambda_l^y};$$

$\varepsilon_k^x, \varepsilon_l^y$ – коефіцієнти дисипації парціальних осциляторів,

$$\varepsilon_k^x = \omega_k^x \cdot \frac{\Delta f}{\pi}, \quad \varepsilon_l^y = \omega_l^y \cdot \frac{\Delta f}{\pi};$$

Δf – логарифмічний декремент затухання коливань рідини; ω_k^x, ω_l^y – власні частоти парціальних осциляторів, що визначаються за формулами

$$\omega_k^x = \sqrt{g \cdot \lambda_k^x \cdot \text{th}(\lambda_k^x \cdot h)}; \quad \omega_l^y = \sqrt{g \cdot \lambda_l^y \cdot \text{th}(\lambda_l^y \cdot h)};$$

ΔL – відстань між центром мас автомобіля та вертикальною віссю цистерни.

У рівнянні (3) складові суми описують моменти $M_l^{(1)}, M_l^{(2)}$ сили інерції та момент $M_l^{(3)}$ сили тяжіння, які діють з боку l -того парціального шару рідини на стінки цистерни та передаються до площадок контакту шин із ґрунтом, де й впливають на зміну параметрів розвороту автомобіля. Зазначені моменти розраховуються за формулами

$$M_l^{(1)} = m_l^y \cdot \ddot{y}_l(t) \cdot \Delta L; \quad M_l^{(2)} = -f_c \cdot m_l^y \cdot \ddot{y}_l(t) \cdot (H_n + h_l); \quad M_l^{(3)} = -f_c \cdot g \cdot m_l^y \cdot y_l(t),$$

де H_n – відстань від поверхні дорожнього покриття до днища цистерни; h_l – відстань від днища цистерни до центру мас l -того парціального прошарку, причому

$$h_l = h - \frac{\text{th}(\lambda_l^y \cdot h / 2)}{\lambda_l^y}.$$

Відповідно до рекомендацій роботи [3], при розрахунку кожної групи коливань використовувалося перші три парціальні осцилятори, тобто числа $n, m = 3$.

На рис.1 наведено типовий графік зміни сигналу керування, який було використано при порівняльному розрахунковому дослідженні процесу гальмування у двох випадках:

- з урахуванням коливань рідини за допомогою диференціальних рівнянь (2)-(7);
- без урахування коливань рідини (при інтегруванні рівнянь системи (1)).

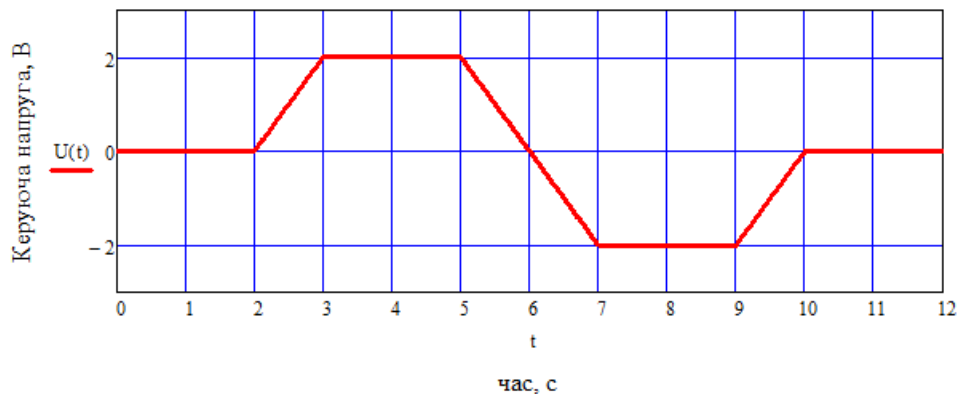


Рисунок 1 – Сигнал керування електромагнітом системи стабілізації руху автомобіля

На рис. 2 наведено графіки процесів стабілізації корпусу автомобіля – паливозаправника КрАЗ-63221 з цистерною місткістю 20 м^3 , яка була заповнена дизельним паливом до рівня $h = 0,7\text{ м}$ (тобто приблизно наполовину). Автомобіль знаходився в режимі гальмування з середнім прискоренням $\dot{V}_c = -1,8\text{ м}^2/\text{с}$ та рухався по прямому шляху з початковою швидкістю $V_0 = 18\text{ м/с}$. Відхилення від прямолінійної траєкторії відбувалося завдяки різниці тисків в гальмах правого та лівого борту, яка під дією сигналу керування виникла після моменту часу $t_0 = 2\text{ с}$ (рис. 1) та спостерігалася до кінця гальмування.

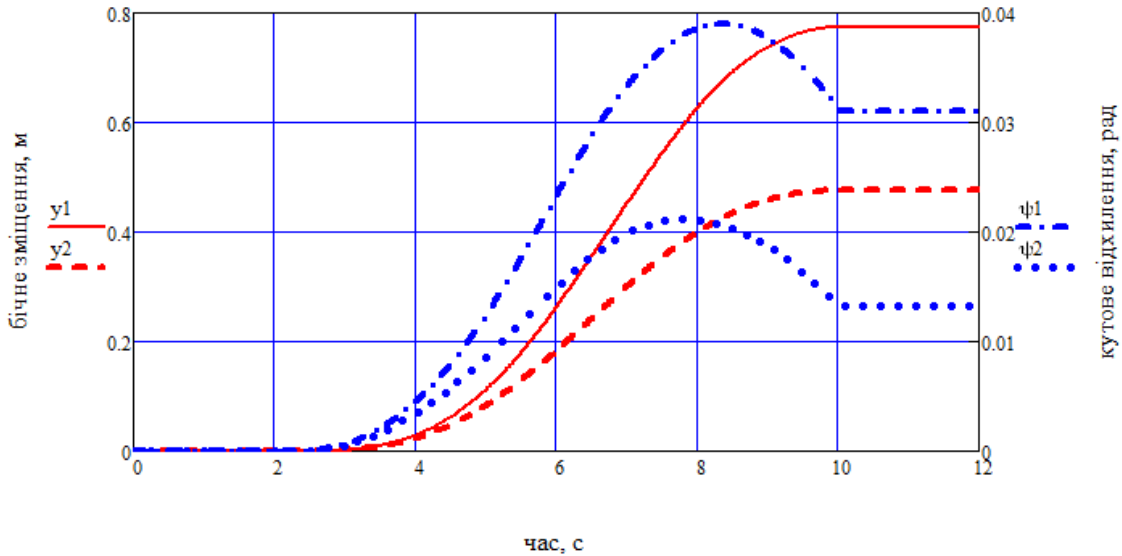


Рисунок 2 – Порівняння характеристик $y(t)$ та $\psi(t)$ курсової стійкості автомобіля при інтенсивному гальмуванні (графіки y_1, ψ_1 враховують вплив коливань рідини; y_2, ψ_2 – не враховують)

ВИСНОВКИ

Порівняльний аналіз кривих рис.2 приводить до наступних висновків:

- спостерігається суттєвий негативний вплив коливань вільної поверхні транспортуємої рідини на стабілізуємий рух автомобіля – паливозаправника;
- необхідно врахувати ці коливання в математичній моделі збуреного руху автомобіля при розгляданні задач аналізу і синтезу системи курсової стійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ye. Alexandrov, T. Aleksandrova, Y. Morgun. Parametric Synthesis of the Electronic Control Unit of the Course Stability System of the Car. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. N 6/9 (102). 2019. P.p. 39-45.
2. Ye. Alexandrov, T. Aleksandrova, J.Kostianyk, Ya. Morgun. Parametric Synthesis a Non-Stationary Automatic Control System of the Course Stability of the Car. Advanced Information Systems. 2020. Vol.4, N 2. P.p. 51-59.
3. А.П. Кожушко, О.Л. Григор'єв. Математичне моделювання низькочастотних коливань в'язкої рідини в горизонтальній ємності з вільною поверхнею. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. 2018. № 3 (1271). С.41-51.

ФОРМУВАННЯ МЕТОДУ ДИСТАНЦІЙНОГО V2I МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Український Є.О.

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Україна

ВСТУП

Динаміка розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та їх інтеграційні можливості в технологічних процесах різних напрямів та рівнів дозволяють розробляти інноваційні системи на транспорті. В системі технічної експлуатації транспортних засобів (ТЗ) однією з найактуальніших задач є практична реалізація об'єднання комп'ютерних ресурсів усіх учасників дорожнього руху та транспортної інфраструктури в єдиному інформаційному просторі. В ITS транспортні засоби можуть взаємодіяти не тільки між собою у системах рівня V2V (Vehicle-to-Vehicle), але й з різними об'єктами транспортної інфраструктури у системах рівня V2I (Vehicle-to-Infrastructure) [1].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідженням інтеграційних можливостей системи технічної експлуатації транспортних засобів та інтелектуальних транспортних технологій з позицій організації технічного обслуговування та ремонту, моніторингу змін дорожніх, транспортних умов, моделювання міського трафіку присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних авторів [2-4]. Однак методам моніторингу експлуатаційних параметрів вантажних транспортних засобів в умовах їх взаємодії з міським трафіком приділено недостатньо уваги.

Тому основним завданням дослідження є формування методу дистанційного моніторингу параметрів транспортного засобу з використанням можливостей технології V2I.

Зростання обсягів автомобільних перевезень і дорожнього руху, відбувається в умовах відставання темпів розвитку дорожньої інфраструктури. Так, наприклад, в м. Маріуполі зростання об'ємів вантажних автоперевезень на маршрутах, що з'єднують промислові підприємства та морський порт (рис. 1), випереджає темпи реконструкції дорожньої мережі з метою її готовності до зростання інтенсивності руху та навантажень [5]. Це призводить до перевантаженості вулично-дорожніх мереж міста і основних магістралей на підходах до них, наслідком чого є регулярні і повсюдні порушення нормальних режимів руху транспортних засобів на маршрутах, зниження показників ефективності їх роботи та підвищення витрати палива.

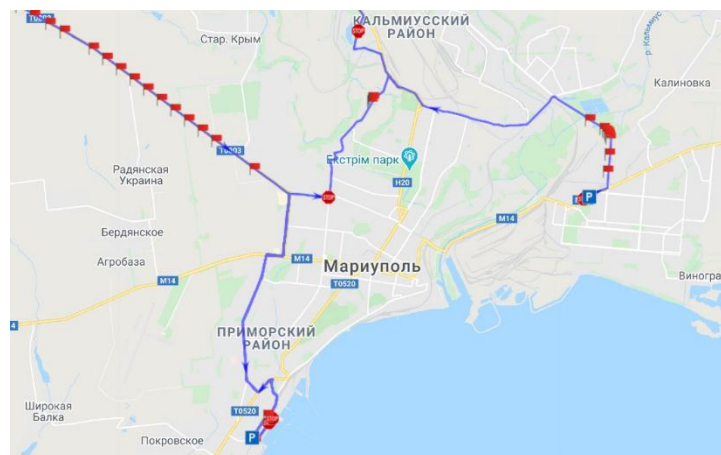


Рисунок 1 – Трекінг вантажного автомобіля на маршруті «металургійне підприємство – морський порт»

Аналіз маршрутів автоперевезення продукції металургійних підприємств в умовах великого промислового вузла на прикладі м. Маріуполя дозволяє виявити певні закономірності:

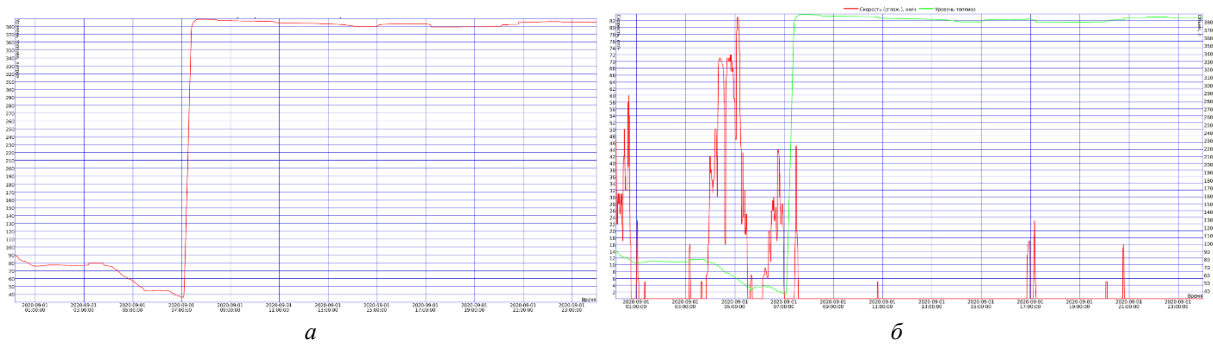
- Взаємний вплив параметрів загального трафіку на маршрутах перевезення промислових вантажів та параметрів транспортного потоку промислового транспорту;
- Вплив параметрів транспортного потоку на вибір режимів руху водіями вантажних транспортних засобів;
- Залежність експлуатаційних показників вантажних транспортних засобів, що працюють на маршрутах перевезень промислової продукції від параметрів транспортних потоків на найбільш завантажених ділянках вулично-дорожньої мережі.

Дослідження експлуатаційних показників вантажного транспортного засобу за встановленим маршрутом (рис. 1) проводилось на основі ТЗ DAF XF 105.460, реєстраційний номер АН8072КТ, за допомогою системи моніторингу, до якої входить комплекс бортового обладнання (GPS-трекер, датчик витрати палива, антена) та програмне забезпечення Wialon ACG GPS Monitoring. Фіксація основних експлуатаційних параметрів ТЗ проводилась існуючими в Україні методами спостереження в реальному часі.

Основні результати моніторингу ТЗ DAF XF 105.460 представлені у вигляді звітів, що сформовані в програмному забезпеченні Wialon ACG GPS Monitoring та показані в табл.1 та рис. 2.

Таблиця 1 – Звіт моніторингу основних параметрів експлуатації ТЗ під час роботи на маршруті «металургійне підприємство – морський порт»

№	Початок	Кінець	Тривалість	Пробіг	Сер. швидкість	Макс. швидкість	Поч. положення	Кінц. положення	Витрачено по ДРП	Сер. витрата по ДРП
1	2020-09-01 00:10:02	2020-09-01 00:47:03	0:37:01	27 км	44 км/ч	82 км/ч	ул. Портовая, Мариуполь	ул. Азовстальская, Мариуполь	11.78 л	43.65 л/100 км
2	2020-09-01 00:56:42	2020-09-01 01:06:42	0:10:00	1.07 км	6 км/ч	30 км/ч	ул. Азовстальская, Мариуполь	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.19 л	17.61 л/100 км
3	2020-09-01 01:15:28	2020-09-01 01:22:06	0:06:38	0.16 км	1 км/ч	12 км/ч	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.86 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.15 л	93 л/100 км
4	2020-09-01 03:08:10	2020-09-01 03:12:12	0:04:02	0.76 км	11 км/ч	21 км/ч	0.82 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.16 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.09 л	12.20 л/100 км
5	2020-09-01 03:49:32	2020-09-01 05:30:37	1:41:05	87 км	52 км/ч	97 км/ч	0.11 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	ул. Портовая, Мариуполь	32.31 л	37.13 л/100 км
6	2020-09-01 05:36:21	2020-09-01 05:46:55	0:10:34	0.88 км	5 км/ч	39 км/ч	ул. Портовая, Мариуполь	0.15 км от ул. Портовая, Мариуполь	0.26 л	28.90 л/100 км
7	2020-09-01 06:06:34	2020-09-01 07:00:16	0:53:42	23 км	26 км/ч	63 км/ч	0.15 км от ул. Портовая, Мариуполь	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	8.68 л	37.95 л/100 км
8	2020-09-01 07:24:09	2020-09-01 07:37:38	0:13:29	5.21 км	23 км/ч	61 км/ч	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.53 л	10.22 л/100 км
9	2020-09-01 10:46:22	2020-09-01 10:48:26	0:02:04	0.15 км	4 км/ч	7 км/ч	0.15 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	ул. Таганрогская, Мариуполь	0.03 л	20.70 л/100 км
10	2020-09-01 16:50:46	2020-09-01 16:59:42	0:08:56	4.11 км	28 км/ч	67 км/ч	0.15 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	ул. Азовстальская, Мариуполь	0.39 л	9.41 л/100 км
11	2020-09-01 17:05:42	2020-09-01 17:13:14	0:07:32	1.08 км	9 км/ч	27 км/ч	ул. Азовстальская, Мариуполь	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	2.93 л	271 л/100 км
12	2020-09-01 20:00:07	2020-09-01 20:07:27	0:07:20	0.19 км	2 км/ч	8 км/ч	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.83 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.17 л	90 л/100 км
13	2020-09-01 20:43:54	2020-09-01 20:48:32	0:04:38	0.82 км	11 км/ч	18 км/ч	0.82 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.13 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.10 л	12.01 л/100 км
-	2020-09-01 00:10:02	2020-09-01 20:48:32	4:27:01	151 км	34 км/ч	97 км/ч	-	-	58 л	38.07 л/100 км



а) моніторинг рівня палива в режимі руху по ділянках маршруту, б) моніторинг рівня палива в залежності від швидкості

Рисунок 2 – Результати моніторингу основних параметрів експлуатації ТЗ

Результати моніторингу основних експлуатаційних показників транспортних засобів характеризуються недостатнім рівнем інформації для повноцінного моделювання та оцінки ефективності за різними критеріями. Тому запропоновано метод дистанційного V2I моніторингу параметрів експлуатації з урахуванням транспортних умов експлуатації ТЗ, а саме завантаженості основних транспортних вузлів на маршруті перевезень продукції промислових підприємств до морського порту.

Передбачається, що збір інформації про транспортні потоки проводиться в певних точках дорожньої мережі за допомогою детекторів транспорту. При обробці інформації враховуються макроскопічні параметри транспортного потоку: інтенсивність руху, швидкість руху транспортного потоку і його щільність.

ВИСНОВКИ

Метод дистанційного моніторингу параметрів експлуатації транспортного засобу з позиції співставлення з інформацією від системи моніторингу транспортної інфраструктури дозволяє розробити інформаційну та математичну моделі, реалізація яких призведе до синергетичного ефекту як для системи експлуатації вантажних ТЗ промислового вузла так і для системи перевезень промислової продукції. Запропонований метод V2I моніторингу показує, що розробка найбільш ефективних рішень в сфері транспорту можлива за рахунок інтегрованих рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gritsuk, I. Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions / Gritsuk I., Volkov V., Mateichyk V., Grytsuk Y. et al SAE Technical Paper, 2018 – 2018-01-0024. doi: <https://doi.org/10.4271/2018-01-0024>
2. Волков В.П. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Волков [та інш.] – Харків: ФОП Панов, 2018. – 299 с.
3. Senapati P. Intelligent Braking and Maneuvering System for an Automobile Application / Senapati P., Das S., Vora P. – SAE Technical Paper, 2017 – 2017-26-0080. doi: <https://doi.org/10.4271/2017-26-0080>
4. Guseynov S. Modelling of urban traffic flow / Guseynov S., Berezhnoy A. – Environment. Technology. Resources: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference – Rezekne, Latvia, 2017 – Vol. 1, p. 109-114. doi: <https://doi.org/10.17770/etr2017vol1.2632>
5. Украинский Е.А. Совершенствование транспортных систем промышленных районов на основе концепции «City logistics» / Е.А. Украинский – Университетская наука – 2012: материалы Международной научно-технической конференции, 19-20 мая 2012 г. – Мариуполь: ПГТУ, 2012 – с. 35 – 36.

РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ

Онопрієнко А.А., Кравцов М.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

Використання програмних продуктів для побудови транспортних моделей міст, дослідження та планування роботи громадського транспорту в містах та мегаполісах є провідним напрямком у транспортній науці. Використання подібних моделей дозволяє спрогнозувати можливі наслідки від реорганізації дорожнього руху, зміни параметрів функціонування маршрутної мережі та інших змін у сфері міського транспорту для всіх його учасників.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В даній роботі відповідно до існуючого стану маршрутних пасажирських перевезень міста Кам'янець-Подільський та особливості функціонування маршрутної мережі міста було розроблено транспортну модель міста Кам'янець-Подільський. Для цього використано програмний продукт VISUM компанії PTV VISION.

PTV Visum – це провідне у світі програмне забезпечення для аналізу трафіку, прогнозів та управління даними на основі геоінформаційних систем. Він послідовно моделює всіх учасників дорожнього руху (індивідуальний легковий транспорт, пасажирів, вантажівки та автобуси, трамваї, тощо) та їх взаємодію [2].

Модель повинна відображати реальні параметри досліджуваного об'єкта, тому побудова моделі транспортної мережі виконується на карті території міста, яка у масштабі імпортується у програмне середовище VISUM. У відповідності до розміщення реальних об'єктів транспортної мережі на карті, на неї наносяться об'єкти моделі.

Для дослідження ефективності роботи громадського транспорту у створену модель необхідно занести данні про існуючі маршрути перевезення громадського транспорту в місті Кам'янець-Подільський. Для цього в модель спершу необхідно нанести зупинки громадського транспорту. Наступним етапом необхідно додати в модель маршрути громадського транспорту. Утворена модель транспортної мережі представлена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Розроблена модель вулично-дорожньої мережі міста Кам'янець-Подільський

Розроблена модель дозволяє визначити параметри на основі яких буде надана оцінка ефективності функціонування маршрутної мережі міста. Результати розрахунків, виконаних у моделі, представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні показники оцінки якості маршрутної мережі міста Кам'янець-Подільський

Назва показника	Значення
Середній час пересування по мережі, хв	30,107
Середній час поїздки пасажирів в ТЗ, хв	4,64
Коефіцієнт пересадочності	0,208
Середня відстань пересування, км	5,5
Середня відстань пересування в транспортному засобі, км	3,914

Оцінити час поїздки пасажирів можливо порівнявши його з нормативним (ДБН Б.2.2-12-2019 [3]).

ВИСНОВКИ

Результати оцінювання якості транспортного обслуговування свідчать про недостатню ефективну організацію роботи громадського транспорту в місті Кам'янець-Подільський, витрати часу пасажирів на здійснення пересування знаходяться на межі нормативних. Отже існуюча маршрутна мережа міського пасажирського транспорту міста Кам'янець-Подільський потребує заходів з вдосконалення її функціонування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головне управління статистики у Хмельницькій області [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/index.htm>.
2. PTV VISUM 15 Manual / [PTV AG]. – Karlsruhe: PTV AG, 2015. – 43 р.
3. Державні будівельні норми Країни. Планування та забудова територій ДБН Б.2.2-12-2019. – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 185 с.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ CAN МЕРЕЖІ

Сорока К.О.

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

ВСТУП

Конструктори транспортних засобів (ТЗ) вирішували питання надійності роботи, економічності, швидкості, та безпеки шляхом вдосконалення механічних частин, використання нових матеріалів, технічних вдосконалень. З розвитком електроніки основним напрямком стала автоматизація роботи вузлів, системи керування. Впроваджується електронне обладнання, яке спрощує роботу водію. Автомобілі стали вмістилищем електронних приладів, кожен з яких виконував окремі функції, з'являється велика кількість проводів, з'єднань, перемикачів, тумблерів. Довжина проводів в автомобілі досягає до двох кілометрів. Проте сама досконала електроніка тільки ускладнює роботу водія та технічне обслуговування.

Для забезпечення роботи електричного та електронного обладнання впроваджують різні інтерфейси, які забезпечували їх узгоджену роботу. В якості таких інтерфейсів використовують промислові локальні комп'ютерні, інтерфейси, як наприклад: RS-423, RS-422 і RS-232, RS-485 [1]. Це багато точкові системи зв'язку з 32 вузлами в одиночному виконанні і до 256 вузлів в разі використання репітерів (повторювачів) і підсилювачів. Проте і вони не дозволяють в повній мірі задовольняти водіїв.

Ситуація почала кардинально змінюватись з розробкою і впровадженням комп'ютерних CAN мереж [2]. Розробники мережі поставили перед собою завдання замінити всі проводи в ТЗ однією парою і об'єднати електричне обладнання в єдину систему. Основою розробки послужило прийняття відкритого стандарту взаємодії телекомунікаційних мереж ВТС (OSI). На його основі, з використанням протоколів фізичного і канального рівнів фірма BOOSCH розробила CAN мережу, яка повністю змінила автомобіль, його системи, методи керування, методи проектування та розробки.

Стандарт CAN шини розроблений компанією Robert Bosch GmbH в 1983р. [3]. У лютому 1986 року фірма Robert Bosch GmbH представила його на конгресі Товариства автомобільних інженерів (SAE). Сьогодні майже кожен легковий автомобіль у Європі, оснащений мережею CAN (Controller Area Network). [4]. З впровадженням CAN автомобіль поступово стає інтелектуальним ТЗ, в якому функції водія суттєво спрощуються, а надійність роботи та безпека підвищуються. CAN впроваджуються не тільки в автомобілях а в інших транспортних засобах: поїздах, автобусах, сільськогосподарчих машинах на підводних човнах, і навіть на космічних апаратах.

CAN-шина забезпечує підключення та інтелектуальне керування будь-якими пристроями ТЗ та його режимом руху. На ринку присутня CAN у двох версіях: версія 2.0A з 11-бітовою ідентифікацією повідомлень (в системі може бути 2048 повідомлень), версія 2.0B — 29-бітовою (536 млн повідомлень). Версія 2.0B, (FullCAN), поступово витісняє версію 2.0A (BasicCAN).[5].

Сучасні транспортні засоби мають електронні блоків (ЕБУ) для управління які через CAN мережу керують двигуном, гальмами, рульовим колесом, використовують систему супутникової навігації та ін. Декілька ЕБУ в ТЗ об'єднані в мережу для спільного використання інформації. В сучасних засобах міського електричного транспорту CAN мережі використовують для керування роботою двигуна в системі керування рухом. Використання цих мереж у вітчизняних засобах міського електротранспорту досить обмежене. Тому завданням роботи є розширення можливостей використання CAN мереж в керуванні роботою міського електричного транспорту. Розробка інтелектуальних систем збору та облі-

ку оплати за проїзд та системи енергозбереження тролейбуса шляхом вибору оптимального режиму руху на основі CAN мережі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робота водія наземного міського електротранспорту, особливо тролейбуса на маршруті, досить напружена і вимагає від надзвичайної уваги. Водій зобов'язаний виконувати графік руху, дотримуватись вимог правил дорожнього руху, забезпечувати безпеку пасажирів у досить складних дорожніх ситуаціях. Йому доводиться виконувати невластиві функції, такі як збір оплати за проїзд. Водій повинен бути звільнений від невластивих йому функцій, потрібна система, яка б автоматизувала цей процес.

Для реалізації системи збору оплати розроблено проект локальної CAN мережі транспортного засобу. Функціональна схема мережі представлена на рис. 1.

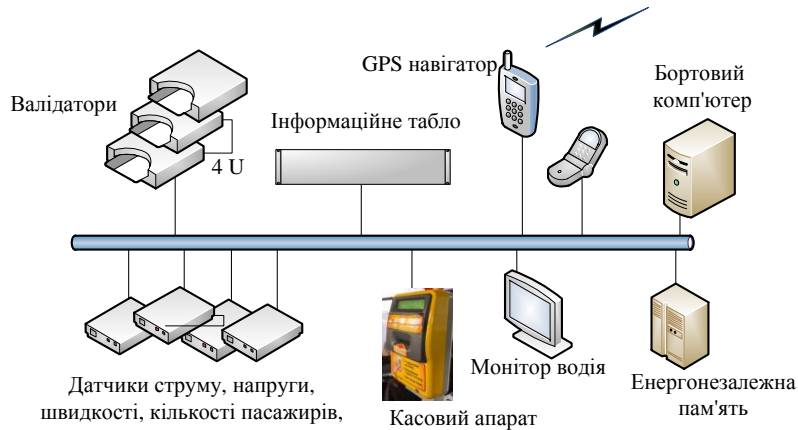


Рисунок 1 – Функціональна схема системи контролю і збору оплати за проїзд

Локальна мережа побудована по архітектурі «Загальна шина». В неї входять бортовий комп'ютера, блок енергонезалежної пам'яті, GPS приймач, монітор водія, прийомо-передатчик зв'язку з диспетчерським пунктом в режимі GCM/GPRS, датчики: шляху, швидкості і кількості пасажирів, напруги та струму. Система автоматизує контроль кількості пасажирів і забезпечує водія транспортного засобу зв'язком з диспетчерським пунктом.

Іншим питанням, яке повинен вирішувати водій, є вибір оптимальних, з точки зору енергозбереження, режимів руху. Графік руху, як правило розробляється з розрахунком, щоб у водія був запас часу на проїзд по маршруту і виконання графіка. При допустимій швидкості руху на території міста 50 км/год. середня швидкість тролейбуса 15 – 16 км/год. Водій може самостійно вибирати бажаний режим руху [6], дотримуючись встановленого графіку руху. Але на тролейбусах та трамваях відсутні лічильники електроенергії. Оскільки облік витрат електроенергії ТЗ не ведеться, то відсутній критерій вибору режиму руху.

Для реалізації економних режимів руху розроблена система, яка прораховує варіанти можливого продовження руху, вибирає найбільш економний і забезпечує водія потрібною інформацією. Розрахунки виконуються від точки маршруту, в якій знаходиться транспортний засіб, до наступної зупинки. Для цього була розроблена вдосконалена теорія електричної тяги і математична модель, яка на відміну від існуючої, дозволяє з більшою точністю розрахувати режими руху ТЗ, врахувати поточні значення завантаження та швидкості. Варіант теорії приведено в [7]. З використанням удосконаленої теорії електричної тяги розроблена система автоматизованого вибору швидкісного режиму руху наземного електричного транспорту, на яку одержано державний патент [8].

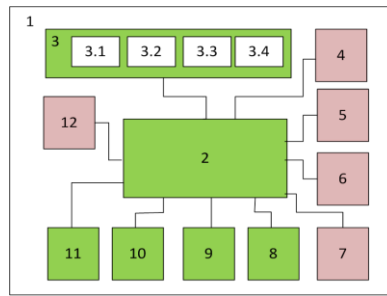


Рисунок 2 - Система автоматизованого вибору швидкісного режиму руху наземного електричного транспортного засобу

Система автоматизованого вибору режиму руху (рис. 1) містить встановлений на кожному транспортному засобі 1 центральний процесор 2, до якого підключено блок пам'яті. В блок пам'яті 3 записано графіком руху 3.1, плановий режим руху 3.2, цифрова карта міста 3.3 та програма розрахунку оптимального режиму руху і затрат електроенергії 3.4. Працює система наступним чином: трекер 8 супутникової навігації (GPS, ГЛОНАСС) визначає координату та швидкість транспортного засобу. Блок вимірювання швидкості та шляху пройденого від зупинки 4 уточнює покази трекера. Ці дані поступають в комп'ютер 2, який контролює їх відповідно до графіка руху (технологічної картою руху). В разі виявлення відхилення комп'ютер прораховує режим руху і пропонує водієві. Водій може вибрати запропонований режим руху під струмом, або переходу в режим вибігу.

ВИСНОВКИ

1. Виконано порівняння електронних інтерфейсів в системі керування роботою механізмів ТЗ з локальною CAN мережею, перевагою CAN є можливість забезпечити керування з урахуванням поточного стану транспортного засобу.
2. Розроблено проект системи автоматизованого обліку та збору оплати за проїзд в засобах міського електричного транспорту на базі CAN мережі.
3. Виконана розробка системи автоматизованого вибору режиму руху транспортних засобів, яка дозволяє скоротити затрати електроенергії, одержано патент на корисну модель.

ЛІТЕРАТУРА

1. Е. Карпенко. Обзор. Промышленные сети. Возможности CAN протокола. / Е. Карпенко – <http://www.cta.ru/cms/f/326789.pdf>
2. CAN против RS-485: Почему тенденция направлена в сторону CAN / КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 1 '2018
3. ISO 11898-1:2003 Road vehicles — Controller area network (CAN) — Part 1: Data link layer and physical signaling.
4. <https://www.can-cia.org/can-knowledge/can/can-history>
5. Embedded Networking with CAN and CANopen Authors: Olaf Pfeiffer, Andrew Ayre and Christian Keydel 2010 535-p. ISBN 978-0976511625
6. Individual driving style impact on traction energy consumption in railway lines: A simulation model / A. Capasso, R. Lamedica, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, A. Ruvio, G. Guidi Buffarini, N. Carones // Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM), International Symposium, 2016, p. 665-670
7. Сорока К.О. Змістовна модель та рівняння руху електричного транспорту. / Сорока К.О., Личов Д.О. – Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2015, – № 3 (57) – С.97-106.
8. Сорока К. О. Система автоматизованого вибору швидкісного режиму руху наземного електричного транспортного засобу. / Сорока К. О., Личов. Д.О. – Патент України на корисну модель № 110877 МПК В60W 50/00; В60W 50/0825. - 25.10.2016 р.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОШЛЯХАХ

Симбірський Г.Д., Кушнір Е.Д.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

На дорогах світу через автомобільні аварії щороку гине близько мільйона осіб і ще близько 50 мільйонів людей одержують травми. Такий рівень дорожнього травматизму дорого обходиться економіці будь-якої країни, поглинаючи від 1 до 3% ВВП [1]. В Україні ситуація з аварійністю автотранспортних засобів не краще. У 2017 році прем'єр-міністр В. Гройсман оголосив: "За даними Світового банку, збитки економіки через ДТП на дорогах України складають 1,5-2,5% ВВП. Ми втрачаємо 4,5 млрд доларів від транспортних пригод в рік." [2]. Але найголовніше – це людські життя і горе безлічі сімей, що оцінити в гривнях або доларах неможливо.

Вищесказане дозволяє оцінити важливість і глобальність проблеми зниження аварійності на автомобільному транспорті. Зібравши і вивчивши дані з сотні країн про рівні дорожньої безпеки, сучасні стратегії останньої, про витрати, пов'язані з дорожньою аварійністю і витрати на підвищення дорожньої безпеки, експерти [1] зробили висновок, що рівень безпеки дорожнього руху можна підвищити в короткостроковій перспективі, вирішивши дві основних проблеми:

1. Примусове дотримання існуючих обмежень швидкості;
2. Скорочення водіння в нетверезому вигляді.

Ризик ДТП зростає зі збільшенням вмісту алкоголю в крові водія, і чим вище рівень алкоголю, то тим більше цей ризик. Водіння під впливом алкоголю, що перевищує допустиму норму, є зареєстрованим фактором аварій зі смертельним результатом в більшості країн. Близько 25% всіх смертельних випадків на дорогах Європи пов'язані з алкоголем [1].

З метою зниження аварійності, викликані водінням в нетверезому вигляді, в США і в деяких країнах Європи запроваджена установка антиалкогольного блокування на автомобілях порушників, які вчинили порушення вперше, але в небезпечній ступені, а також порушників-рецидивістів в поєднанні з курсом удосконалення навичок водіння і програмою медичного консультування в разі підозри на алкогільну залежність.

Експерти [1] вважають, що існує потенціал повного усунення водіння в нетверезому вигляді як проблеми для безпеки дорожнього руху, якщо встановити антиалкогольне блокування на всі транспортні засоби, а не тільки на автомобілі порушників-рецидивістів. Але при розробці способів антиалкогольного блокування автомобілів і при конструюванні пристроїв для їх реалізації необхідно врахувати всі можливі негативні наслідки даного втручання в конструктив автомобіля. З іншого боку, конструкція таких пристроїв повинна забезпечити однозначне виявлення нетверезих водіїв і не дозволяти цим водіям керувати транспортним засобом.

Пошук в українському інформаційному просторі по антиалкогольному блокуванню транспортних засобів (ТЗ) не дав результатів – не знайдено жодних відомостей на цю тему. Російськомовних статей чи інших документів, де б були запропоновані технічні рішення для скорочення водіння в нетверезому вигляді, теж нами не знайдено. Взагалі, як не дивно, цією проблемою (як і проблемою примусового дотримання існуючих обмежень швидкості водіями транспортних засобів) не займаються не тільки в Україні та Росії, але й у багатьох інших країнах світу.

Таким чином, проведений аналіз показав, що в даний час в Україні не вирішена задача унеможливлення керування транспортними засобами водіями у нетверезому стані. Передумовами для виконання такої задачі є, по-перше, бажання суспільства жити в безпечному середовищі, а, по-друге, – стрімкий розвиток мікропроцесорної техніки та інформаційних технологій.

Виходячи з проведеного аналізу, нами була сформульована мета дослідження, яка полягає в створенні способу і пристрою для унеможливлення керування транспортними засобами водіями у нетверезому стані.

Був розроблений спосіб підвищення безпеки дорожнього руху за рахунок унеможливлення керування ТЗ нетверезими водіями, що полягає в наступному. У кабіні ТЗ в безпосередній близькості від водія розташований сенсорний датчик, що розпізнає пари спирту у повітрі. Відповідний електричний сигнал від датчика надходить на мікропроцесор, який вимірює рівень сигналу від сенсора. У разі, якщо в повітрі, що видихається водієм, будуть присутні пари спирту, повинні бути розімкнуті електричні ланцюги запалювання і живлення стартера, внаслідок чого транспортний засіб не зможе рушити з місця. У доповіді наведено структурну схему запропонованого способу.

Крім того, був розроблений пристрій, що реалізує описаний вище спосіб антиалкогольного блокування транспортного засобу без втручання в програмне забезпечення останнього, тому даний пристрій може встановлюватися і на автомобілі, що вже знаходяться в експлуатації, без втручання в їх мікропроцесорні блоки управління, а також на автомобілі застарілих конструкцій, які не мають таких блоків управління.

У доповіді наведена структурна схема антиалкогольного блокувального пристрою, який працює наступним чином. За сигналом від датчика-сенсора про присутність у повітрі салону ТЗ паров спирту мікропроцесор формує керуючий сигнал для реле з нормально замкнутими контактами, через які проходить живлення електрострумом стартера або інших приладів. Контакти реле розмикаються, унеможливаючи запуск двигуна ТЗ. Тим же чином в цілях безпеки унеможливується живлення електрострумом бензонасосу.

Антиалкогольний блокувальний пристрій реалізовано нами на базі платформи мікропроцесорної техніки Arduino [3]. Вибір цієї платформи обумовлений її широким розповсюдженням, наявністю у продажу величезної кількості всіляких датчиків, мікропроцесорів, різних супутніх радіоелектронних елементів, порівняно невисокою ціною, наявністю великої бібліотеки програм тощо. Використання мови програмування C ++ дозволяє розробнику пристроїв на платформі Arduino самому створювати програмне забезпечення для проектів. Крім того, в цій платформі продуманий зручний монтаж радіоелементів без пайки контактів. Цей момент важливий для нас, так як в подальшому планується використовувати дану розробку як основу для однієї з лабораторних робіт при вивченні дисципліни "Інформаційні технології в керуванні автотранспортними засобами".

Для розроблюваного пристрою була обрана мікропроцесорна система Arduino Uno версії R3. Це друкована плата на основі 8-бітного мікроконтролера ATmega328P [3], який поставляється вже з завантажувачем програм, що дозволяє завантажувати програмний код безпосередньо зі звичайного комп'ютера через роз'єм USB.

В якості сенсора використаний датчик MQ-3, призначений для вимірювання концентрації паров алкоголю в повітрі.

Принцип дії антиалкогольного блокувального пристрою наступний. Датчик-сенсор MQ-3, розміщений в салоні автомобіля якомога ближче до обличчя водія і отримуючий живлення 5В з контактів GND і 5В плати Arduino Uno, весь час аналізує склад повітря в салоні. У разі, якщо в повітрі з'явилися пари спирту, датчик MQ-3 видає сигнал для мікроконтролера. За цим сигналом мікроконтролер відповідно до введеної в нього програми формує керуючий імпульс для реле, яке розмикає ланцюг живлення стартера, унеможливаючи запуск двигуна нетверезим водієм. Разом з ланцюгом живлення стартера може бути розімкнений і ланцюг живлення котушки запалювання.

Нами були розроблені алгоритм та програма, що забезпечують функціонування антиалкогольного блокувального пристрою. Даний блокуючий пристрій має нескладну конструкцію, принцип дії і алгоритм роботи, разом з тим чітко виконує своє призначення – не допускати запуску двигуна автомобіля при наявності у повітрі паров алкоголю.

Для введення розробленої програми в пам'ять мікроконтролера використовувалося програмне середовище Arduino в версії 1.8.13, яке містить текстовий редактор, інтерфейс

для зв'язку з мікроконтролером і налагоджувач програм для мови C++. Крім цього, на монітор (вікно на екрані, що додатково відкривається) можна вивести значення необхідних змінних (в нашому випадку це вміст алкоголю в повітрі поблизу датчика MQ3).

Платформа Arduino значно спростила процес конструювання, програмування і налагодження мікропроцесорних систем. Розроблена для проєктованого пристрою програма була завантажена в мікроконтролер, підключений до комп'ютера за допомогою звичайного USB кабелю. Після виправлення декількох орфографічних помилок мікропроцесорна система запрацювала.

До плати Arduino Uno за допомогою провідників були під'єднані світлодіоди, кількість запалення яких вказує на ступінь вмісту алкоголю в повітрі. Для монтажу використана спеціальна макетна плата платформи Arduino, що дозволяє проводити роз'ємний монтаж. Під час налагодження програми та пристрою використовувався модуль реле Arduino JQC-3FF. Реле модуля по сигналу мікроконтролера переривало електричний ланцюг живлення окремого сигнального світлодіоду від автономного джерела.

Експеримент пройшов вдало. Після запуску програми до датчика-сенсора було піднесено вату зі спиртом. По черзі запалювалися світлодіоди, що свідчило про наявність алкоголю у повітрі. Крім того, на екрані комп'ютеру у спеціальному вікні-моніторі постійно відображалися поточні значення вмісту алкоголю у повітрі. Якщо вата зі спиртом віддалялася від датчика, то ці значення зменшувалися майже до нуля, і світлодіоди поступово гаснули. При наявності алкоголю в повітрі реле переривало електричний ланцюг живлення сигнального світлодіоду. У розробленій програмі було передбачене введення порогового значення вмісту алкоголю у повітрі для включення реле, тобто для розмикання живлення сигнального світлодіоду. Розроблений блокувальний пристрій було успішно випробувано для декількох порогових значень.

Для більш достовірної перевірки розробленого блокувального пристрою було зібрано схему з автомобільними акумулятором, реле і стартером. Автомобільне реле HLS-13F призначене для напруги 12 В та току до 25 А, що значно перевищує параметри реле Arduino JQC-3FF і повністю відповідає реальним умовам експлуатації пристрою в транспортному засобі. Фотографія експериментальної установки приведена у докладі. В цій схемі керуючий сигнал від мікроконтролера надходить до реле, яке при наявності у повітрі алкоголю розмикає електричний ланцюг живлення стартера від автомобільного акумулятора, таким чином унеможлиблюючи запуск двигуна ТЗ водієм, що знаходиться у нетверезому стані.

Експеримент пройшов успішно. Програма була введена у мікроконтролер і налаштована за допомогою програмного середовища Arduino. Після запуску до сенсора було піднесено вату зі спиртом. Запалювалися світлодіоди, що свідчило про наявність алкоголю у повітрі. На екрані комп'ютеру постійно відображалися вимірювані поточні значення вмісту алкоголю у повітрі. При досягненні порогового значення вмісту алкоголю у повітрі автомобільне реле спрацьовувало, та стартер не запускався.

Таким чином, експериментальна перевірка антиалкогольного блокувального пристрою в умовах, максимально наближених до реальних умов автотранспортного засобу, показала можливість застосування такого пристрою для унеможливлення керування ТЗ водіями у нетверезому стані.

В цілому авторами запропоновано спосіб та пристрій для підвищення безпеки дорожнього руху (звичайно, разом з іншими заходами в цьому напрямку), що дозволить уникнути величезних людських жертв і матеріальних збитків.

Література

1. Organisation for Economic Cooperation and Development. Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach (Russian version). Paris, 2010. 298 с.
2. Дубровик-Рохова А. Дорогие дороги. День. Київ, 2018. № 60. С. 3.
3. Блум Д. Изучаем Arduino. СПб, БХВ-Петербург, 2015. 336 с.

БЕЗКОНТАКТНИЙ ДАТЧИК ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ

Дзюбенко О.А.¹, Михалевич М.Г.¹, Dmitry Nehenia²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Білоруський національний технічний університет, Білорусь

ВСТУП

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

Лінійне переміщення механізмів може відбуватись від кількох міліметрів до кількох метрів, тому для аналізу методів вимірювання лінійного переміщення, в межах даного дослідження, буде розглянуто переміщення на кілька сантиметрів, характерне в першу чергу для датчиків положення педалі та переміщення штоку системи щеплення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зазвичай для визначення лінійного переміщення використовують датчики двох типів конструкцій: лінійного типу, де на станині закріплюється вимірювальний елемент, а механізм, переміщення якого визначається, рухається паралельно або перпендикулярно відносно нього; або поворотного типу, де за рахунок куліси, шатуна чи коромисла переміщення механізму призводить до повороту важеля кут повороту якого визначається вимірювальним елементом. Самі ж вимірювальні елементи бувають контактного типу: резистивні та безконтактного: Холла, індуктивні, ємнісні, оптичні, ультразвукові.

Для визначення положення педалей використовують контактні та безконтактні датчики. Зазвичай, датчик положення педаляльного вузла резистивного типу має два змінних резистори, а так інформація передається по шести проводам у аналоговому форматі та проходить обробку в АЦП електронного блоку керування. Так само обробку в АЦП проходить і сигнал від безконтактних датчиків на ефекті Холу, що за наявності джерел електромагнітних завад може спричинити до спотворення корисної інформації.

Визначення положення педалі безконтактним способом можливе використанням індуктивного датчика, що є найбільш простим та дешевим. Він не потребує наявності постійного магніту, для передачі інформації необхідно всього два дроти, спосіб отримання інформації забезпечує завадостійкість та низька вартість елементної бази для вимірювання сигналу. За такої конструкції датчика можливо зменшити витрати на проводку при застосуванні системи в автобусах з двигуном, що розташовано ззаду. На відміну від контактного резистивного датчика індукційний не схильний до сприйняття завад та випадкових сплесків реального сигналу.

Разом із перевагами, такий спосіб вимірювання сигналу має свої недоліки. Так індуктивні датчики підключаються в ланцюг коливального контуру, що генерує синусоїдальний сигнал з резонансною частотою декілька кГц, яка є чутливою до характеристик компонентів ланцюга вимірювання. Насамперед йдеться про конденсатор коливального контуру. Індукційні датчики використовуються для визначення положення виконавчих пристроїв в багатьох системах автомобіля. Їх застосовують в системах керування підвіскою, в системах керування агрегатами трансмісії та інших системах [1,2].

Принцип дії індуктивних датчиків заснований на тому, що в переміщенні, яке передбачається вимірювати, бере участь один з елементів магнітного контуру, який викли-

кає тим самим зміну потоку через вимірювальну обмотку і відповідний електричний сигнал [3]. Якщо рухомих елементом є феромагнітне осердя, то його переміщення проявляється: - в зміні індуктивності котушки (рис. 1,а); - в зміні коефіцієнта зв'язку між первинною і вторинною обмотками трансформатора (диференційний трансформатор), що призводить до зміни вторинної напруги (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** 1, б).

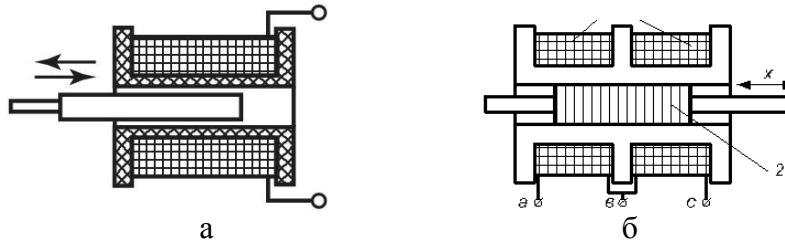


Рисунок 1 – Індуктивні датчики з рухомих осердям

За конструкцією в якості чутливого елемента датчика положення педалі було обрано котушку електромагнітного клапана в середині якої переміщується осердя із феромагнітної сталі. Довжина котушки складає 35 мм, що повністю відповідає ходу педалі при натисканні педалі зчеплення. Осердя котушки конструктивно поєднано з направляючою та переміщується в корпусі під впливом ноги водія та зворотної пружини. Така конструктивна схема дозволяє уніфікувати датчик положення педалі зчеплення із багатьма головними циліндрами зчеплення. Схема обробки сигналу датчика положення педалі наведено на рис. 2.

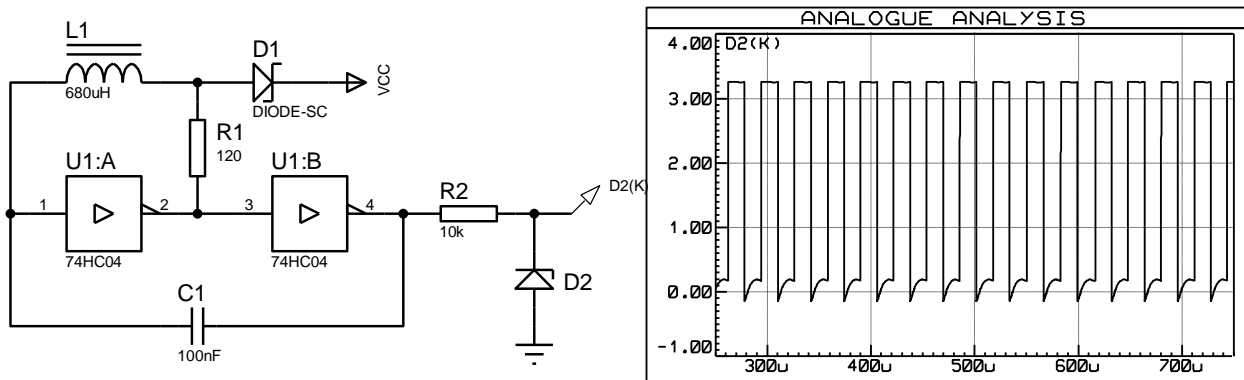


Рисунок 2 – Схема електрична принципова релаксаційного генератора з включенням індуктивного датчика

Схема представляє собою релаксаційний LC генератор прямокутних імпульсів на логічних елементах. L1 – безпосередньо індуктивний датчик. R1C1 задають діапазон робочої частоти датчика. Діод D1 захищає входи цифрової мікросхеми від сплесків ЕРС самоіндукції. Ланцюг R2, D2 обмежує амплітуду сигналу, що надходить до мікроконтролера на рівні 3,3 В. Частота сигналу, що виробляє генератор складає 12...30 кГц. Для підвищення точності і регулярності результатів вимірювання мікроконтролер визначає тривалість 16 періодів вхідного сигналу і усереднює результат. Інформація про поточний стан педалі зчеплення оновлюється кожні 1,5...2 мс, що в реальних умовах управління в десятки разів перевищує швидкість реакції водія.

Під час переміщення осердя в середині датчика (рис. 3) характеристика датчика не лінійна і має пологу частину гілки яка займає до 10 мм розміру котушки індуктивності. Такий характер кривої пов'язаний із впливом осердя на індуктивність котушки при наближенні до неї.

Тому, для формування запасу на дрейф часу періоду коливальних імпульсів та чіткого визначення крайніх положень датчика реальні значення обмежено граничними кри-

вими. Таке співвідношення характеристик сигналів, що реально вимірюються мікропроцесором та формується в якості заданого сигналу для системи керування має вигляд наведеного на рис. 4.

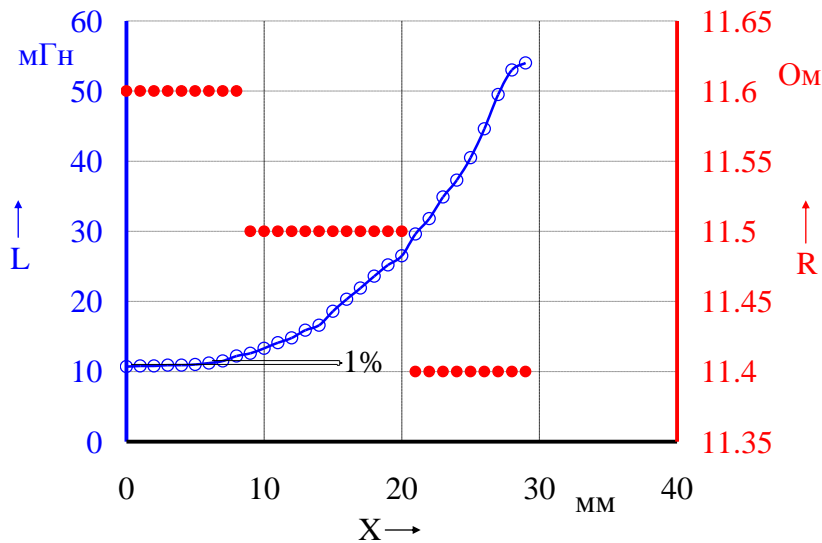


Рисунок 3 – Зміна сигналу в залежності від положення осердя

Для виключення холостого ходу при повністю натиснутій педалі встановлено упор для обмеження її переміщення. Виключення значного холостого ходу на початку переміщення педалі можливо досягти як встановлення обмежувача так і конструктивного збільшення довжини осердя на величину холостого ходу. При збільшенні осердя в конструкції педалі знадобиться лише один упор.

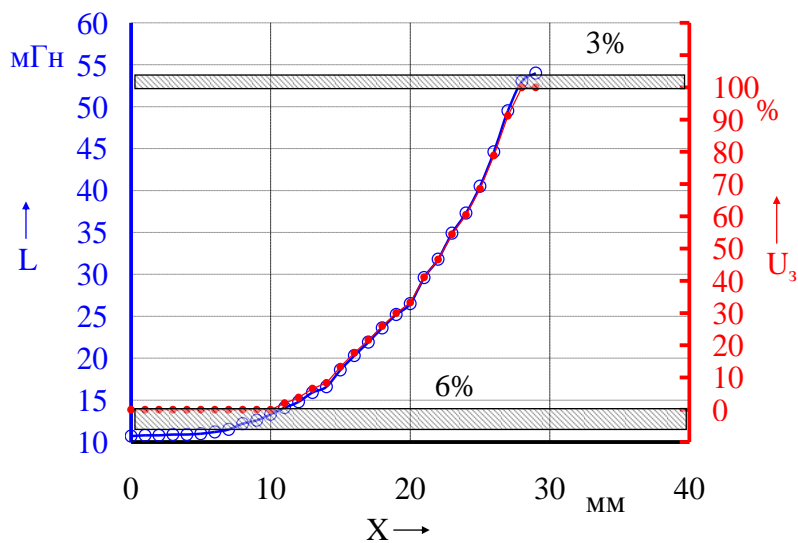


Рисунок 4 – Співвідношення між сигналами, що вимірюється мікроконтролером та який формується для системи керування у залежності від ходу педалі

Відповідно до нормативних вимог [4, 5] діапазон використання електронних виробів для автомобільної промисловості складає від -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Як показали дослідження присутність в схемі вимірювання конденсатора та резистора, характеристики яких можуть змінюватися під впливом зміни температури, призводять до викривлення даних вимірювання індуктивності. Тому в вимірювальному контурі необхідно використовувати прецизійні елементи з широким температурним діапазоном експлуатації, а конденсатори повинні бути з діелектриком, що дозволяє отримати нульовий температурний коефіцієнт ємності.

ВИСНОВКИ

Аналіз методів та засобів визначення лінійного переміщення механізмів показав, що для автомобільного призначення, де переміщення складає кілька сантиметрів, найбільш підходящими є індукційний чутливий елемент який включено в коливальний контур вимірювання частоти. Це дозволяє суттєво покращити заводозахищеність сигналу порівняно з аналоговими датчиками. Крім того для такого датчика інформація передається по двом провідникам, що на великогабаритних транспортних засобах дозволяє зменшити витрати на електропроводку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Райф Конрад. Датчики в автомобиле. - М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2013. – 168 с. - ISBN:978-5-90381-347-6.
2. Литвиненко В.В., Майструк А.П. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник. - М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2008. - 176 с.:
3. Roland Welter, Tirm Herrmann, Sebastian Honselmann, Jeremy Keller. Clutch Release Systems. Schaeffler SYMPOSIUM 2010 pp. 94 – 111.
4. ДСТУ ISO 7588-2:2007 Колісні транспортні засоби. Пристрої перемикальні електричні/електронні. Частина 2. Пристрої електронні (ISO 758802^1998, IDT).
5. Tom Denton, Automobile Electrical and Electronic Systems. Third edition. Elsevier 2004. 463 p.

Секція 4

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ. СЕРВІС І ТЕХНІЧНИЙ ОГЛЯД АВТОМОБІЛІВ

СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИРІВНЮВАННЯ ЗАРЯДУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Серіков Г.С., Серікова І.О., Медведський К.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Ціль роботи – підвищення ефективності використання тягової батареї електромобіля. Ставилися наступні завдання:

- розглянути режими вирівнювання заряду між елементами;
- розглянути існуючі способи вирівнювання заряду між елементами;
- проаналізувати перспективні методи вирівнювання заряду між елементами.

Як відомо, елементи акумуляторної батареї (АКБ) - досить низьковольтний пристрій, тому гнізда звичайно з'єднують у батарею послідовно. Кожний акумулятор у ній унікальний і має свої характеристики - ємність, витоки, ступінь заряду, які будуть міняються від часу й температури [1]. Виробники акумуляторів намагаються підбирати максимально близькі по параметрах, але відмінності завжди є. Ці відмінності характеристик гнізд ведуть до того, що акумулятори працюють по-різному та в результаті загальна ємність складеної батареї буде нижче складових її гнізд, а по-друге, ресурс такого акумулятора також буде нижче, тому що він визначається самим "слабким" акумулятором, який буде зношуватися швидше інших. Класифікація систем балансування тягових батарей наведена на рисунку 1.

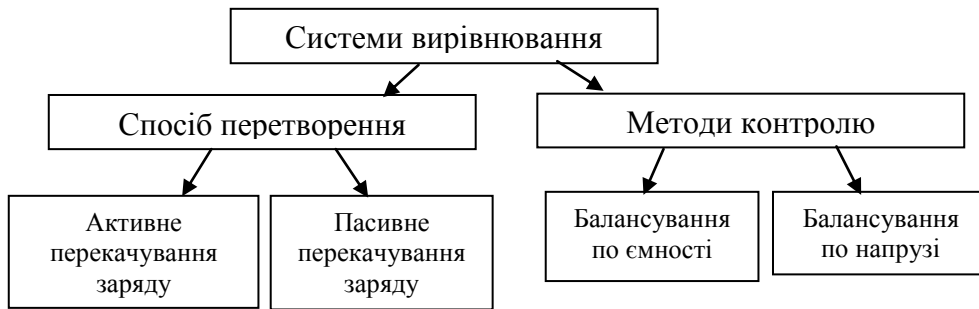


Рисунок 1 – Класифікація систем балансування тягових батарей

Найпростішим способом балансування є пасивне балансування [2]. У цьому випадку переводиться в тепло надлишок енергії в найбільш заряджених акумуляторних гніздах доти, доки напруги або заряди в них не зрівняються. Система стежить за напругою на кожному гнізді. У випадку його перевищення шунтує гніздо. При спаданні напруги гнізда до певного значення вона знову заряджається. Фізично такий метод реалізується за допомогою регульованого стабілітрона, який управляє потужним транзистором. Цей транзистор тим більше шунтує гніздо, чим більше перевищена на ній напруга від заданого значення. Для мініатюризації системи балансування тягових АКБ можна застосовувати спеціалізовані мікросхеми пасивного балансування, що випускаються промисловістю [3]. Технологія пасивного балансування проста в реалізації, однак має низький коефіцієнт корисної дії (ККД) і збільшує час заряду. Скоротити час заряду можна застосовуючи зовнішні потужні ключі й збільшивши балансувальний струм, тим самим відбувається прискорення заряду ще незаряджених гнізд. ККД зарядної системи можна підвищити за рахунок застосування технології Impedance Track (рисунок 2).

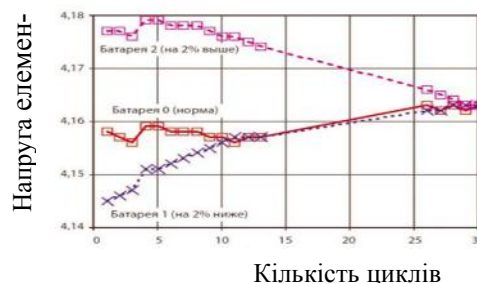


Рисунок 2 – Вирівнювання заряду між елементами батареї

Різниця внутрішніх опорів гнізд впливає на результат визначення різниці напруг на них. На цьому опорі падає частина напруги, коли через акумулятор протікає струм, що вносить додаткову похибку у розкид напруг при заряді. Мікросхеми, що використовують технологію Impedance Track визначають розбаланс по стану заряду гнізда і її ємності.

Для досягнення повністю зарядженого стану гнізда використовується активне балансування. В ході дослідження з'ясувалося, що найбільш ефективний спосіб балансування при використанні нескладних схем і методів – це застосування активного балансування (рис. 3).

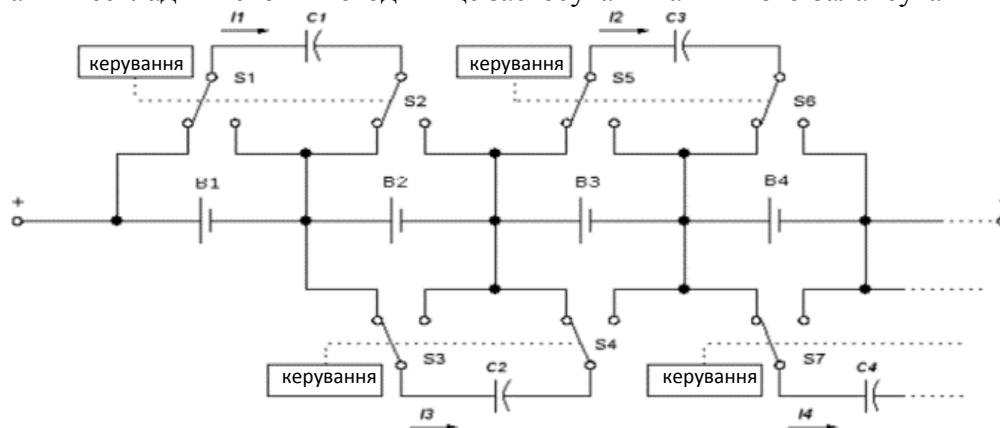


Рисунок 3 – Перекачування заряду між елементами за допомогою ємності

Активне балансування проводиться шляхом перекачування зайвої енергії з перезарядженого гнізда в недозаряджене. При цьому енергія не губиться у вигляді тепла, а використовується.

По енергоефективності активне балансування перевершує пасивне балансування, тому що для передачі енергії від більш зарядженого гнізда до менш зарядженого, замість резисторів використовуються індуктивності і ємності, втрати енергії в яких практично відсутні. Цей метод кращий у випадках, коли потрібно забезпечити максимальний час роботи без підзарядки.

Такий принцип балансування дозволяє суттєво спростити схему. Разом з тим вирівнювання напруг на гніздах дозволяє досить точно підтримувати рівність зарядів між ними. При практичному застосуванні активне балансування має ряд переваг. Його можна застосовувати в процесі розряду батареї, під час простою й у момент заряджання.

В якості висновків можна зазначити наступне:

- збільшити швидкість пасивного балансування можливо за рахунок підвищення потужності розсіювання та використання зовнішніх компонентів;
- при використанні методу активного балансування сусідні батареї не можуть бути збалансовані одночасно;
- при застосуванні алгоритму балансування, що використовує в якості критерію тільки відхилення напруги, можливе неповне балансування через різницю внутрішнього імпедансу елементів батареї. У такому випадку неможливо визначити, чим викликано розбалансування напруг: різною ємністю батарей або відмінністю їхніх внутрішніх опорів;
- для підвищення точності та швидкості балансування необхідно застосовувати способи, в основу яких покладено можливість попереднього аналізу внутрішніх параметрів батареї та прогнозування діаграми заряду.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рум'янців А., Рикованов А. Способи заряду Li-Ion-Акумуляторів і батарей на їхній основі // Компоненти й технології. 2012. № 11. – С. 23–29.
2. Рикованов А. Системи балансу Li-ion акумуляторних батарей // Силова електроніка. 2009. № 1. – С. 15–28.
3. Рикованов А., Беляєв С. Активні й пасивні системи балансу Li-ion акумуляторних батарей // Компоненти й технології. 2014. № 3. – С. 33–39.

ЗМІНА КОНЦЕНТРАЦІЇ ПРОДУКТІВ КОРОЗІЙНОГО ЗНОШУВАННЯ В АНТИФРИЗАХ АВТОБУСІВ

Наглюк М.І., Фалько М.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВСТУП

В умовах безупинно мінливих цін на нафтопродукти, спеціальні рідини й антифризи, особливо актуальними стають питання, про раціональне використання цих продуктів. Малі терміни експлуатації антифризу приводять до його необґрунтованої перевитрати, більші – до зниження експлуатаційної надійності й довговічності деталей системи охолодження двигуна. Оптимальним рішенням у даній ситуації є проведення періодичного контролю, що дозволить прогнозувати строки експлуатації антифризу, у двигуні посилаючись на його фактичний стан.

При експлуатації автобусів періодичний контроль працюючих антифризів у більшості випадків не проводять, випускаючи з уваги те, що антифриз контактує одночасно з багатьма поверхнями деталей двигуна виготовлених з різних матеріалів і сплавів.

З появою у двигуні несправностей антифриз може втратити працездатність протягом дуже короткого проміжку часу й стати однією із причин настання відмови в роботі системи охолодження й двигуна, підвищеного зношування деталей і передчасного зменшення ресурсу [1, 2].

У процесі експлуатації автобусів й автомобілів, при роботі двигуна антифриз, виконуючи функції по відводу тепла, також накопичує продукти корозійного зношування й забруднень, а це призводить до зміни основних показників якості антифризу. До основних видів забруднень охолоджувальних рідин у процесі їхньої експлуатації у двигуні можна віднести продукти хімічної й кавітаційної корозії, масляні й жирові відкладення, частки піску, накипу, бруду, силіконових герметиків, продукти розкладання антифризів (гелі) і відпрацьовані присадки [1].

Використання не якісного антифризу приводить до передчасних відмов у роботі системи охолодження двигуна: виходу з ладу радіатора, внаслідок його корозійного зношування або закупорки трубок; набрякання й втрата еластичності гумових шлангів приводить до витоків; сильне спінювання погіршує охолодження й призводить до перегріву теплонапружених деталей двигуна.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Одним з показників якості охолоджувальної рідини є концентрації продуктів корозійного зношування. Питання, пов'язані з концентрацією продуктів корозійного зношування моторних та трансмісійних олив розглядаються науковою громадськістю досить давно.

Для визначення фактичного стану охолоджувальної рідини і її замін, необхідно робити періодичний контроль. Як правило, періодом є величина, що виміряється в кілометрах пробігу або часі (місяць, рік). Однак у такому випадку не враховується те, що при простій транспортного засобу із працюючим двигуном (прогрів, рух на підйом, простій на світлофорі й т.д.) охолоджувальна рідина продовжує працювати й виробляти свій ресурс. У роботах [3, 4, 5] розглядається вплив охолоджувальної рідини на зміну витрати палива.

Ресурс двигунів у першу чергу визначається зношуванням деталей і вузлів систем двигуна. Для зниження відмов деталей, вузлів і систем двигуна, під час експлуатації, необхідно своєчасне виявлення зміни основних показників якості антифризів.

Виробники автомобілів й автобусів обов'язково вказують у карті сервісного обслуговування періодичність технічного обслуговування й заміни антифризу, моторних і трансмісійних олив у силових агрегатах на період гарантійного обслуговування.

Картою сервісного обслуговування автобусів ПАЗ і Богдан передбачена заміна антифризу через 60 тис. км або 24 місяця експлуатації. Діагностуючи антифриз, можна одержати об'єктивну інформацію про процес зміни основних показників якості антифризу й

швидкості надходження продуктів корозійного зношування сполучень і деталей системи охолодження двигуна при експлуатації [6].

Зміна основних показників від пробігу, що характеризують якість антифризу застосовуваного в автобусах (пробіг автобусів з початку експлуатації більше 300 тис. км) представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати аналізу антифризів при експлуатації автобусів

Найменування показника	Antifreeze G11 (0 км)	Термін служби антифризу в двигуні автобуса		
		VOLVO 123 тис. км	MAN 120 тис. км	SCANIA 121 тис. км
1. Щільність при 20°C, г/см ³	1,100	1,083	1,071	1,062
2. Температура застиг., °C	<-30	<-30	<-30	<-30
3. Водний показник, рН	6,8	6,61	6,28	6
4. Лужність, см ³ , не менше	15,3	13	10,1	9,3
5. Корозійний вплив на метали, г/м ² ·доб:				
– мідь	0,0035	0,0063	0,0014	0,0121
– латунь	0,0020	0,0039	0,0018	0,0064
– алюміній	0,0075	0,0117	0,0053	0,0078
– сталь	0,0553	0,0847	0,1420	0,0531
– чавун	0,1209	0,0574	0,1059	0,1061
6. Концентрація продуктів корозійного зношування, г/г:				
Fe	-	245	349	311
Al	-	221	401	98
Cu	-	17	691	25
Sn	-	160	135	171

ВИСНОВКИ

Аналізуючи зміну показників якості антифризу представлених у таблиці 1 потрібно відзначити, що при пробігу 120 тис. км заміні підлягає антифриз в автобусі MAN через підвищену корозію сталевих деталей.

Виконуючи оцінку основних показників якості антифризів при проведенні технічного обслуговування, можна точніше встановити доцільність експлуатації автобуса на даному антифризі конкретного виробника й строках його заміни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Драгомиров С. Г. Фильтры для очистки охлаждающей жидкости в автомобильных двигателях / С. Г. Драгомиров, М. Шкапцова, А. Глинкин // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: материалы XIII междунар. науч.- практич. конф., 28–29 октября 2009 г. – Владимир: ВлГУ, 2009. – С. 307–311.
2. Безюков О. К. Формализация процессов старения охлаждающих жидкостей ДВС / О.К. Безюков, В.А. Жуков, О.В. Жукова // Двигатели внутреннего сгорания : науч.-техн. журнал. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 1989. – № 2. – С. 105–109.
3. Астапенков В. А. Охлаждающая жидкость экономит топливо / В. А. Астапенков // Автотранспортник Украины. –1994. – №2.– С.15–16.
4. Галкин М.Л. Инновационные энергоэффективные антифризы для автомобильного транспорта / М.Л. Галкин, А.М. Рукавишников // Автомобильный транспорт: науч.-техн. журнал. – 2013. – №12. – С.24–25.
5. Яковлев Б.П. О коррозии и накипи в системах охлаждения тракторных двигателей / Б.П. Яковлев // Тракторы и сельхозмашины.–1973.– №2.– С.17–19.
6. Наглюк М.И. Уточнение сроков смены антифризов при эксплуатации/ М.И. Наглюк, В.П. Волков, И.С.Наглюк //Наукові нотатки: міжвузівський зб. – Луцьк, 2014. – Вип. 45.–С.371–375.

CURRENT TRANSDUCERS

Hnatova H., Arhun Shch.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

INTRODUCTION

There are 3 main constituent elements (systems) in an electric vehicle: an energy source, a propulsion system and an auxiliary system.

Current transducer is the important elements of the propulsion system. Batteries accumulate energy in the form of a DC charge. But since most of the engines run on alternating current, energy needs to be converted. Such a need also arises when energy is fed back into the battery, that is, with regenerative braking.

In addition, the electric power generated by the electric motor has a high voltage (usually more than 100 V). To store this energy in the battery, the voltage must be reduced to the level used in the conventional batteries (12 or 24 V).

For these purposes, various DC voltage converters and inverters are used. Figure 1 shows the overall configuration of EV and HEV. There are three main power electronic units: DC-DC converter; DC-AC inverter and AC-DC rectifier.

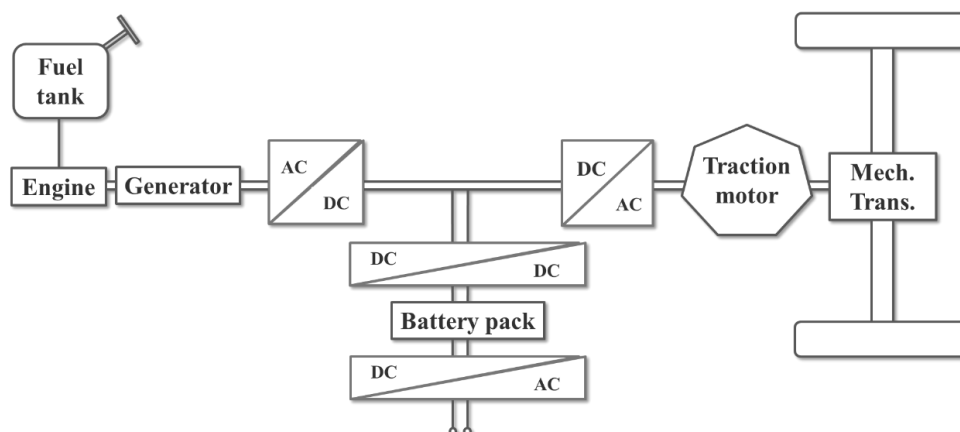


Figure 1 – General Configuration of a Electric Vehicle

RESEARCH RESULTS

DC-DC Inverter. The main task of such devices is to change the voltage (AC or DC) of the power supply. Behind the topology there are 3 types of voltage converters [1-2].

1. Buck Converter. A buck converter is a step down converter and it produces a lower average output voltage than the DC input voltage.

Advantages: buck regulator is very simple and it requires only one transistor (switch); efficiency is about 90 %; low cost and size; large tolerance of line voltage variation.

Disadvantages: only unidirectional output is available; high output ripple; slow transient response; input filter is normally required.

2. Boost converter. Its output voltage is always greater than the input voltage.

Advantages: it can step up the output voltage without a transformer; high efficiency due to a single switch.

Disadvantages: high peak current flows through to switch (mosfet); output voltage is highly sensitive to changes in duty cycle; large inductance and capacitance are required.

3. Buck-Boost converter. It can be used as a boost converter from the battery to DC link power flow and as a buck converter when the flow is reversed.

Advantages: provides inverted output; both buck/boost operations simultaneously; high efficiency; short circuit protection can be easily implemented.

The most common DC-DC converters used in HEV or EV can be classified according to the direction of the electrical parameters being converted.

1. Unidirectional Converters: They provide service to various onboard loads such as sensors, controls, entertainment, utility, and safety equipment, Fig. 2a.

2. Bidirectional Converters: They are used in places where battery charging (direct conversion) and regenerative braking (inverse transform) is required. The power flow in a bidirectional converter is usually from a low voltage end such as a battery or a supercapacitor to a high voltage side and is referred to as boost operation. During regenerative braking, the power flows back to the low voltage bus to recharge the batteries, i.e. the buck mode operation is on, Fig. 2b.

DC-AC inverters. So, the main source of electricity is the battery, which is a source of direct current. The output DC electrical parameters of the battery are increased or decreased in accordance with the requirement, using a DC-DC inverter. But the current still remains constant, while the traction motor requires an alternating current supply. Therefore, there is a need to use another energy converter, which is called a DC-AC inverter [3].

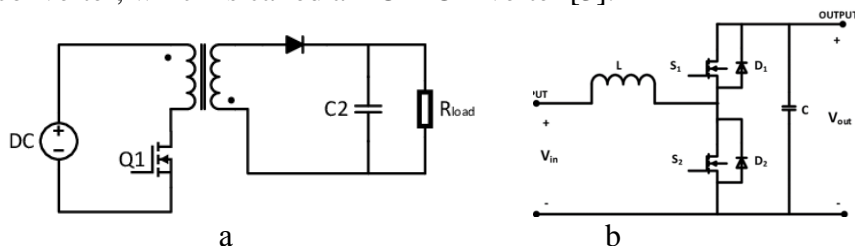


Figure 2 – DC-DC Inverter: a – Unidirectional Converters; b – Bidirectional Converters [3]

The function of the inverter is to change the input DC voltage to an asymmetrical AC output voltage of the desired size and frequency. The output voltage waveform of ideal inverters should be sinusoidal. However, the waveforms of practical inverters are not sinusoidal and contain certain harmonics.

AC-DC Rectifier. A rectifier is a device similar to a DC-AC inverter except that it does the opposite, converting AC power to DC power [4].

CONCLUSIONS

The main task of the DC-DC converter is converting voltage. That is, it is an electrical device that actually changes the voltage of the power supply. It either raises or lowers it.

An inverter is an electrical device that converts electricity derived from a DC (Direct Current) source to AC (Alternating Current) of the type that can be used to drive a device or appliance.

A rectifier has the job of converting the alternating voltage of the alternator into a direct voltage for charging the battery.

DC/AC converters and DC/DC converters are often combined with other electronic components of the system in a power electronics module.

REFERENCE

1. Chitode J. S. Power Electronics – III. *Technical Publications Pune*. India. 2009, pp. 4-47 – 4-64.

2. Boost and Buck Converters: Power Electronics. URL: https://www.youtube.com/watch?v=vwJYIorz_Aw (Last accessed: 06.09.2020).

3. DC-AC Inverter Circuit. *Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation*. 2018, pp. 1-29.

4. What is a Rectifier? (AC to DC): Electronics Basics. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=5cbQNf00Mwg> (Last accessed: 06.09.2020).

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЯГОВИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ЗА РАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ

Серіков Г.С., Серікова І.О., Медведський К.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Ціль роботи – підвищення ефективності використання тягових батарей електро-мобілів. Електро-мобілі останнім часом одержують великого поширення. Це пов'язане з безліччю причин, насамперед, зі зручністю експлуатації. Однак не обходиться без технічних проблем, пов'язаних з температурним впливом на ресурс використання тягових акумуляторних батарей. Справа в тому, що при негативних температурах різко знижується кількість енергії, що віддається батареєю. У результаті пробіг електро-мобіля на одному заряді взимку зменшується (рисунок 1).

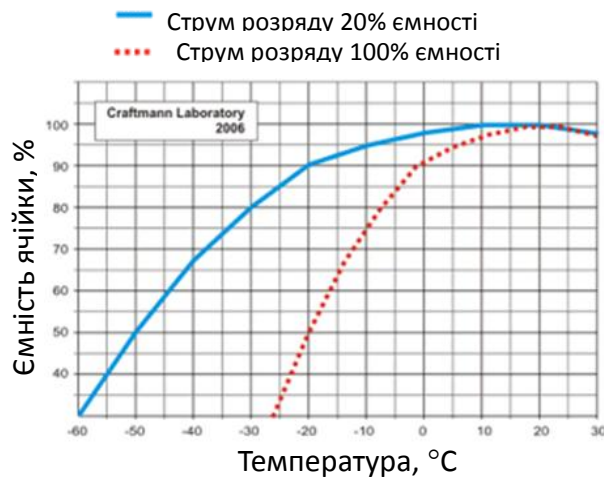


Рисунок 1 – Ємність Li-Ion акумулятора при низьких температурах

У результаті проведених експериментів про вплив низьких температур на акумулятори встановлено, що низька температура не погіршує параметри, а тільки тимчасово зменшує струмовіддачу й збільшує швидкість саморозряду. Довге знаходження в низькій температурі не бажане для акумуляторів на основі Li-Ion, тому що в результаті більш швидкого саморозряду, акумулятор може повністю розрядитися. Якщо Li-Ion акумулятор залишити на зберіганні з напругою нижче 2,5 В строком на три й більш місяці, відбуваються необоротні втрати його ємності - акумулятор стає незаряджаємим.

Дослідження показали, що залежність зниження ємності зі спадом температури відбувається через зменшення швидкості протікання хімічних реакцій. Швидкість протікання описується рівнянням Сванте-Арреніуса й залежить від кількості молекул, що вступили в хімічну реакцію, в одиницю часу. Для того щоб молекули вступили в хімічну реакцію вони повинні мати деяку енергію активації. Ця енергія потрібна для подолання потенційного бар'єра. Застосувавши додаткові нагрівачі можна підвищити енергію активації молекул, тим самим збільшити ефективність використання запасеної енергії батареї (рисунок 2).

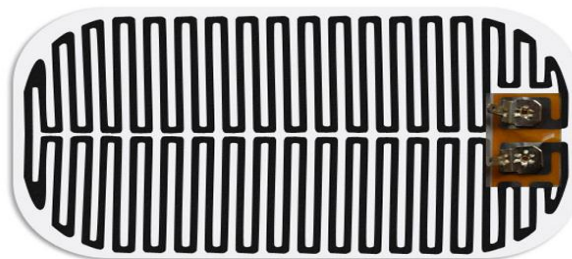


Рисунок 2 – Нагрівальний елемент на прозорій основі

У такий спосіб стає завдання в розробці системи, здатної контролювати температуру нагрівачів. У роботі пропонується вести контроль по зміні внутрішнього опору залежно від температури пластин нагрівача.

Регулювання потужності можливо комутацією силовим реле (рисунок 3).

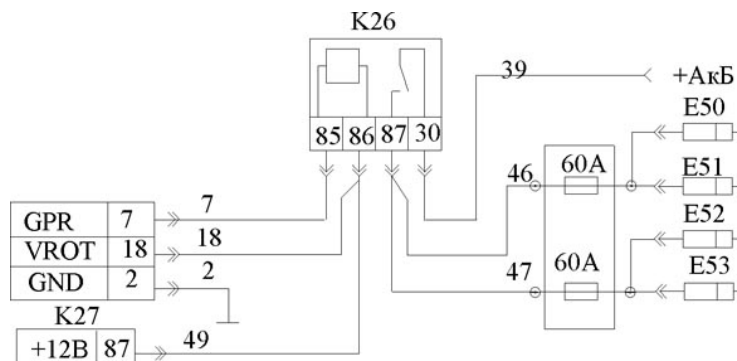


Рисунок 3 – Блок керування пластинами нагрівача

Використання мікропроцесорної системи керування дозволяє заздалегідь розраховувати час включення підігріву виходячи з поточної температури тягових батарей по внутрішньому опору підігрівників. Застосування широтно-імпульсного регулювання (ШІМ) дозволяє значно скоротити час нагрівання, збільшити термін служби нагрівачів і дозволяє більш точно контролювати температуру (рисунок 4).



Рисунок 4 – Режимы работы нагрівача

У результаті досліджень були отримані наступні результати:

- мінімізувати пагубний вплив негативних температур на ємність тягової батареї електромобіля можливо за рахунок застосування попереднього підігріву;
- спростити процес визначення температури можливо за рахунок непрямих вимірів внутрішнього опору нагрівача;
- у випадку застосування ШІМ регулювання термін служби нагрівачів зростає, а час розігріву скорочується при незмінній споживаній потужності;
- застосування мікропроцесорної системи дозволяє підвищити функціональність і гнучкість налаштування блоку підігріву під різні тягові батареї.

В роботі були розглянуті причини втрати ємності тягової акумуляторної батареї електромобіля в залежності від температури. Проаналізовані способи, що дозволяють провести попередній підігрів тягової акумуляторної батареї електромобіля. Запропонований спосіб контролю температурного режиму підігрівача за допомогою визначення його внутрішнього опору. Наведені варіанти з можливої реалізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Измерения в электронике: Справочник. Под ред. В. А. Кузнецова. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Мирский Г.Я. Электронные измерения. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1986.
3. Токхайм Р. Микропроцессоры: Курс и упражнения / Пер. с англ., под ред. В.Н. Герасевича. М.: Энергоатомиздат, 1998.

ИЗМЕРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ

Кривошапов С.И., Дитятьев А.В.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

ВВЕДЕНИЕ

Основное назначения подвески автомобиля - это сглаживать неровностей дороги и рассеивать вертикальные перемещения кузова автомобиля. В процессе эксплуатации техническое состояние элементов подвески могут изменяться, поэтому периодически через 10...20 тыс. км необходимо контролировать функциональные параметры подвески.

Диагностирование подвески автомобиля выполняется на специализированном стенде. Распространены силовые (Eusama) и резонансные (BOGE) методы испытаний. Под колесо устанавливается площадка, которая перемещается вертикально с частотой до 25 Гц. Измерительная система силового метода измеряет динамический вес, с которым колесо автомобиля давит на площадку, и сравнивается со статическим весом. Резонансным методом измеряется частота и амплитуда свободных колебаний колеса, после возбуждения площадки с частотой 16 Гц.

Стенды энергозатратные (от 2 кВт) и дорогие (от 1000\$). В обоих методах датчики встроены с площадку стенда. Непосредственных измерений вертикальных перемещений кузова автомобиля не осуществляется.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Простой метод испытаний элементов подвески заключается в поочередном надавливании каждого угла кузова автомобиля. После этого визуально контролируется возвращение кузова в исходное состояние. Но этот метод не предусматривает измерений, а его эффективность зависит от квалификации диагноста.

В процессе возмущения подвески автомобиля можно производить измерения вертикальных перемещений кузова относительно поверхности дороги. Для выполнения этой задачи предложено использовать датчики расстояний (дальномеры).

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика датчиков для измерения расстояний.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика датчиков расстояний

Параметр	Наименование датчиков						
	HC SR04 [1]	URM37 [2]	ToF10120 [2]	VL53L0X [3]	GP2Y0A02 YK0F[4]	GP2Y0D8 15Z0F [6]	GP2Y0A02 1YK0F [7]
Тип измерения	УЗ	УЗ	лазерный	лазерный	ИК	ИК	ИК
Питающее напряжение, В	5	3,3 .. 5,0	3 ... 5	3,3 .. 6	4,5...5,5	2,7...6,2	4,5 ... 5,5
Силы тока, мА	8	20	35	19	33	5	30
Тип сигнала	Время перехода	цифровой	цифровой	цифровой	аналог.	цифровой	аналог.
Выходной сигнал	<150 мс	PWM, TTL RS232	UART	I ² C	диф. 2.05 В	логиический	диф. 1.9 В
Диапазон работы, см	2...450	5...500	10...180	0...200	20...150	0,5...15	10...80
Длина волны (частота)	40 кГц	40.0±1.0 кГц	940 нм	940 нм			
Период обновления	50 мс	100 мс	20...200 мс		38±10 мс	2,56 мс	38±10 мс
Разрешение (точность)	3 мм	1 см	5%	± 3%			
Цена	1\$	25\$	10\$	5\$	14\$	10\$	11\$

По типу измерений распространены ультразвуковые (УЗ), лазерные и инфракрасные (ИК) датчики. Информация с датчиков может передаваться по цифровым или аналоговым каналам. Каждый датчик рассчитан на определенный диапазон расстояния. Отличаются точностью и частотой последовательных измерений.

На вход датчика HC SR04 посылается высокий уровень сигнала не менее 10 мкс. Модуль начинает передавать ультразвуковые импульсы с частотой 40 кГц. После отражения сигнала на выводе устанавливается низкий уровень. Микроконтроллер должен измерять время отклика, которое пропорционально расстоянию до объекта. Датчик HC SR04 подключается к микроконтроллеру на любой цифровой порт.

Скорость распространения волны звука зависит от плотности воздуха. Поэтому с ультразвуковым датчиком измерения расстояний рекомендуется устанавливать датчик для измерения температуры. Например, цифровой DS18B20 [8], который обменивается данными по протоколу 1-Wire, или аналоговый TMP36 [9], напряжение на выводе которого пропорционально температуре.

Ультразвуковой дальномер URM37 поддерживает несколько интерфейсов: PWM (широко-импульсная модуляция), TTL или RS232. По RS232 данные (непосредственно или через USB-адаптер) могут быть направлены на компьютер.

Датчик ToF10120 передает расстояния по интерфейсу UART или I²C. Скорость передачи данных по UART: 9600-115700 бод. Информация с датчика по UART через дополнительный адаптер (USB 2.0 - UART TTL) может быть отправлена на компьютер.

Интерфейсы UART и I²C аппаратно реализованы на микроконтроллерах. Для ATmega168 [10] - это выводы PD0 и PD1. Возможно данный интерфейс организовать программно на других цифровых выводах, но только в полудуплексном или симплексном режимах.

В датчике VL53L0X реализован один интерфейс I²C. Максимальная частота передачи до 400 кГц (скоростной режим). Базовый адрес – 0x52. Расстояние до объекта передается по 16 битам в миллиметрах.

При использовании нескольких модулей I²C с одним адресом необходимо предусмотреть программное или аппаратное переключение модулей.

Датчики GP2Y0A02YK0F, GP2Y0A60SZLF, GP2Y0A021YK0F имеют аналоговый вывод. Изменение напряжения на выводах от расстояния не линейное и имеет обратную пропорциональность. Модели датчиков отличаются рабочими диапазонами измерения расстояний до объекта. К микроконтроллеру датчики подключаются к любому аналоговому пину, для ATmega168 – это порт PC0-5. Для оцифровки используется внутренний АЦП микроконтроллера.

Для преобразования аналогового сигнала может быть использован отдельный внешний модуль АЦП. (например ADS1115 [11] или AD7705 [12]). Причем ADS1115 к микроконтроллеру подключается по I²C, а AD7705 – по SPI. Для микроконтроллера ATmega168 аппаратный SPI реализован на порте PB2-5.

Датчик GP2Y0D815Z0F имеет низкое потребление тока и высокую частоту измерения до 390 Гц. Датчик имеет один выходной логический сигнал, низкий уровень которого указывает на наличие объекта в зоне действия датчика. Датчик может быть использован только как детектор наличия колебаний.

Датчик для измерений расстояний закрепляется на кузове и направляется на поверхность дороги. Информация с датчиков передается на микроконтроллер. Использовались макетная плата системы Arduino Uno R3 с контроллером ATmega168. Программа микроконтроллера рассчитывает расстояние и сохраняет время. Эти данные передаются по Serial на компьютер.

Программа на компьютере получает данные с COM порта, преобразовывает их, сохраняет данные в памяти и записывает в файл на диск. На экран выводится график перемещений от времени, Применяется специальный алгоритм для анализа данных: определяется частота и амплитуда перемещений кузова автомобиля, величина которых сравнива-

ются с эталонными значениями. Значительные отклонения указывают на неисправность подвески автомобиля.

Предложенная измерительная система отличается низкой ценой, достаточной точности и скоростью последовательных измерений. Вертикальные перемещения кузова могут быть записаны при движении автомобиля по дороге. Источником возмущения может выступать единичная неровность (съезд со ступеньки) или периодическая неровность [13], которую можно реализовать на стенде с беговыми барабанами.

ВЫВОДЫ

Применение датчиков расстояний и микроконтроллера позволяют определить вертикальные перемещения кузова автомобиля, а по характеристики процесса затухания оценить техническое состояние подвески. Программное обеспечение автоматизирует процесс диагностирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Product User's Manual – HC-SR04 Ultrasonic Sensor. URL: <http://web.eece.maine.edu/~zhu/book/lab/HC-SR04%20User%20Manual.pdf>. (дата обращения: 20.11.2020).
2. URM37 V4.0 Ultrasonic Sensor (SKU:SEN0001). URL: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/DFRobot%20PDFs/SEN0001_Web.pdf. (дата обращения: 20.11.2020).
3. TOF10120. Time-of-Flight ranging Sensor. URL: https://supereyes.ru/img/instructions/TOF10120_man.pdf. (дата обращения: 20.11.2020).
4. VL53L0X. World's smallest Time-of-Flight ranging and gesture detection sensor. URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l0x.pdf>. (дата обращения: 20.11.2020).
5. GP2Y0A60SZ0F, GP2Y0A60SZLF. Distance Measuring Sensor Unit Measuring distance : 10 to 150 cm Analog output type. URL: https://www.sharpsde.com/fileadmin/products/Optoelectronics/Sensors/Specs/GP2Y0A60SZLF_TI_OP13005EN.pdf. (дата обращения: 20.11.2020).
6. GP2Y0D815Z0F. Distance Measuring Sensor Unit Digital output (150 mm) type. URL: https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0d815z_e.pdf. (дата обращения: 20.11.2020).
7. GP2Y0A21YK0F. Distance Measuring Sensor Unit Measuring distance: 10 to 80 cm Analog output type. URL: <https://www.pololu.com/file/0J85/gp2y0a21yk0f.pdf>. (дата обращения: 20.11.2020).
8. DS18B20. 1-Wire - цифровой термометр с программируемым разрешением. URL: <http://open.e-voron.dp.ua/wp-content/uploads/2012/01/DS18B20-rus.pdf>. (дата обращения: 20.11.2020).
9. TMP35/TMP36/TMP37. Low Voltage Temperature Sensors. URL: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/TemperatureSensor.pdf>. (дата обращения: 20.11.2020).
10. 8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash. URL: <https://ua.ocean-components.com/datasheet/22-ATMEGA168-20MQR.pdf>. (дата обращения: 20.11.2020).
11. ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I2C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs. With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator. URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1113.pdf?ts=1606037861107&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F. (дата обращения: 20.11.2020).
12. AD7705/AD7706. 3 V/5 V, 1 mW, 2-/3-Channel, 16-Bit, Sigma-Delta ADCs. URL: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD7705_7706.pdf. (дата обращения: 20.11.2020).
13. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). Х.: РИО ХГАДТУ, 1998. 474 с.

ЗМІСТ

Секція 1

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧІ ПЛАТФОРМИ НА БАЗІ МУЛЬТИПЛІКАТОРА З ПРЯМОЗУБИМИ ШЕШТЕРНЯМИ	
Гнатів А.В., Аргун Щ.В., Букетов А.В., Біліченко В.В., Мурований І.С., Patlins A.	4
ПРОБЛЕМАТИКА ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА В НАВЧАННІ ІНЖЕНЕРІВ	
Мигаль Г.В., Протасенко О.Ф.	7
ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	
Плотников Д.М., Лопушко В.О., Тарасова В.В.	10
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ТРИФАЗНИХ КІЛ	
Панкова В.С., Стуліус Г.О., Тарасова В.В., Aleksander Śladkowski, Grzegorz Kubica, Mirosław Witaszek	12
ПРИЛАДИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
Філімоненко К.С., Бакуменко В.Б., Тарасова В.В.	14
АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ	
Черняева Ю.С., Костін Д.А., Тарасова В.В., Ghazwan Al-Haji, Kenneth Asp	17
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ НА БАЗІ SMART ТЕХНОЛОГІЙ	
Середа А.О., Смілий Д.М., Шимук Д.С.	19
АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТОПОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	
Мітрохин Д.В., Святенко С.С., Шимук Д.С.	22
ОСНОВНІ СХЕМИ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ ТА СТАБІЛІЗАТОРІВ НАПРУГИ	
Глушченко В.В., Коханов М.В., Шимук Д.С., Ручка О.О.	24
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ	
Дмитренко В.О., Мельник В.О., Рикун В.Г.	27
ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ ЗМІНОЮ ПОТОКІВ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ	
Куц О.О., Сикало С.Є., Рикун В.Г.	29
ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА УСТАНОВОК ГАРАНТОВАНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	
Кошман А.М., Білик С.В., Ручка О.О.	31
ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕНЕРГОЄМНОСТІ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	
Борисенко А.О., Бармін В.А.	33
ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ СТОСОВНО ОПАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ	
Багач Р.В.	36
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЕМ	
Бажинова Т.О., Ліщина О.В.	39
ПРЕДПОСЫЛКИ ПОСТРОЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МИКРОГИБРИДОВ	
Бороденко Ю.Н., Панасовский В.В., Zakis J., Mutule A.	41
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКОМОБІЛІВ	
Серіков Г.С., Серікова І.О., Медведський К.І.	43

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭФФЕКТА ЗОММЕРФЕЛЬДА–КОНОНЕНКО Подригало М.А., Подригало Н.М., Сериков Г.С., Серикова И.А.	46
ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БОРТОВОГО ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА Двадненко В.Я., Сериков Г.С., Пушкарь О.Б., Mohamed Bushara	49
ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО РОЗВИТКУ Кравцов М.М., Дядченко А.О.	52
ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ Марченко А.В.	55
ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ TESLA MODEL S Смирнов О.П., Какубава Реваз	58
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ЕЛЕКТРОМОБІЛІ ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ Кравцов М.М., Павленко В.Р.	61
ВПЛИВ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗДОРОВ'Я І ЖИТТЯ ЛЮДИНИ Кравцов М.М., Вересовська А.В.	63
АВТОМОБІЛІ З ПАЛИВНИМИ КОМІРКАМИ НА ВОДНІ Колодницька Р.В., Бегерський Д.Б., Шумляківський В.П.	66

Секція 2

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛАГІН-ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ Трунова І.С., Філярський О.О., Барудов С.	70
АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСКОНТАКТНОЙ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ Богаевский А.Б., Сериков Г.С., Тунси Ж.С.	72
РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ МЕРЕЖЕВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ Гроссу В.Ю., Гнатов А.В., Kunicina N.	74
ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ТА ГІБРИДНОМУ ТРАНСПОРТІ Кравцов М. М., Кулікова М.Е.	78

Секція 3

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

МОДЕЛЬ ТЕРТЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ СУХОГО ФРИКЦІЙНОГО ЗЧЕПЛЕННЯ Михалевич М.Г.	81
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ І ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ITS СИСТЕМИ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ В ПРОЦЕСАХ МОНІТОРИНГУ ТЗ Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Симоненко Р.В., Український Є.О.	83
ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ Бажинова Т.О., Суслов Є.А.	86

ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ВІЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ РІДИНИ, ЩО ТРАНСПОРТУЄТЬСЯ, НА КУРСОВУ СТІЙКІСТЬ АВТОМОБІЛЯ ОСНАЩЕНОГО ЦИСТЕРНОЮ З РІДКИМ НАПОВНЮВАЧЕМ	
Александров Є.Є., Григор'єв О.Л., Моргун Я.Ю.	88
ФОРМУВАННЯ МЕТОДУ ДИСТАНЦІЙНОГО V2I МОНИТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	
Український Є.О.	91
РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	
Онопрієнко А.А., Кравцов М.М.	94
РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ CAN МЕРЕЖІ	
Сорока К.О.	96
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОШЛЯХАХ	
Симбірський Г.Д., Кушнір Е.Д.	99
БЕЗКОНТАКТНИЙ ДАТЧИК ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ	
Дзюбенко О.А., Михалевич М.Г., Dmitry Hehenia.	102

Секція 4

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ. СЕРВІС І ТЕХНІЧНИЙ ОГЛЯД АВТОМОБІЛІВ

СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИРІВНЮВАННЯ ЗАРЯДУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	
Серіков Г.С., Серікова І.О., Медведський К.І.	107
ЗМІНА КОНЦЕНТРАЦІЇ ПРОДУКТІВ КОРОЗІЙНОГО ЗНОШУВАННЯ В АНТИФРИЗАХ АВТОБУСІВ	
Наглюк М.І., Фалько М.О.	109
CURRENT TRANSDUCERS	
Hnatova H., Arhun Shch.	111
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЯГОВИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ЗА РАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ	
Серіков Г.С., Серікова І.О., Медведський К.І.	113
ИЗМЕРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ	
Кривошапов С.И., Дитятьев А.В.	115

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

МАТЕРІАЛИ

**VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

«АВТОМОБІЛЬ І ЕЛЕКТРОНІКА. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

23-24 листопада 2020 р.