

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 64.059.003
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків,
61002

ВІДГУК

на дисертаційну роботу **Заверухи Руслана Романовича**

«Підвищення ефективності експлуатації функціональних систем силової
установки гібридного автомобіля», що подана на здобуття ступеня доктора
філософії з галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю
274 – Автомобільний транспорт

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження. На сьогоднішній день в Україні зареєстрована велика кількість автомобілів із гібридною силовою установкою. З кожним роком кількість таких автомобілів зростає на 300...400%.

В існуючих гібридних автомобілях передача енергії від первинного двигуна на ведучий вал коліс автомобіля реалізована через одну з таких схем: послідовна, паралельна або змішана. Деякими компаніями прийнято розділяти гібриди на «м'які» (mild hybrids), де допоміжне джерело енергії виступає тільки в ролі асистента, «повні» (full hybrids), здатні деякий час рухатися тільки на допоміжному джерелі енергії, і «такі, що здатні підзаряджатися» (plug-in hybrids). Будь-який гібридний автомобіль містить первинне джерело енергії, найчастіше це ДВЗ і вторинне джерело енергії, наприклад акумуляторну батарею. В цьому випадку гібридний автомобіль називають «електричним» (hybrid electric vehicle). Існують і інші типи гібридних автомобілів: «пневматичний» (pneumatic hybrid

vehicle), «маховиковий» (flywheel hybrid & vehicle), «гідравлічний» (hydraulic hybrid vehicle), однак масової популярності серед класу легкових автомобілів вони не отримали.

Діагностування, ремонт автомобілів з електромеханічними гібридними силовими установками (ГСУ) є проблемою. ГСУ в сукупності з бортовим комп'ютером автомобіля і іншими його вузлами є складною системою, що вимагає спеціальних підходів при визначенні технічного стану та ремонті. Саме така проблема може виникнути при експлуатації подібних автомобілів. Зокрема гібридних автомобілів Toyota, Lexus, Honda, Ford – найбільш поширених в Україні, кількість який займає більше ніж 50 % від всього автопарку гібридних автомобілів.

Ступінь новизни, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. У дисертаційній роботі Заверухи Р.Р. отримано наступні нові наукові результати:

1) **Вперше** отримано метод діагностики технічного стану ГСУ, що забезпечує єдиний підхід до дослідження технічного стану агрегатів незалежно від схеми будови та конструктивних особливостей гібридного автомобіля.

2) **Вперше** синтезована стратегія діагностування технічного стану ГСУ на підставі концепції нейромережевого та нейро-нечіткого управління з адаптивним критиком на підставі метода навчання нейронної мережі з підкріпленням.

3) **Отримав подальший розвиток** метод діагностування технічного стану ГСУ, який, на відміну відомих, враховує наукове обґрунтування діагностичних параметрів на підставі проведених обчислювальних експериментів при використанні розроблених математичних моделей та дорожніх випробувань гібридного автомобіля.

4) **Отримала подальший розвиток** оцінка технічного стану двигуна внутрішнього згоряння ГСУ за діагностичними параметрами економічності та екологічної безпеки на підставі використання апарату штучних нейронних мереж.

5) **Успішно пройшли апробацію** аналіз підходів, принципів і методів діагностування гібридних силових установок, що показує необхідність їх подальшого розвитку та вдосконалення. Більшість викладених технологій діагностування гібридних силових установок не дозволяють об'єктивно проводити комплексну оцінку їх технічного стану за діагностичними параметрами, оскільки не відпрацьовано механізм їх спільного нормування і приведення до єдиної шкали вимірювання.

Структура і склад дисертаційної роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Загальний обсяг роботи складає 165 сторінок.

Вступ присвячений актуальності теми, визначається мета, завдання для її досягнення, об'єкт та предмет, методи дослідження. Представляється наукова новизна отриманих результатів, особистий внесок автора, практичне значення роботи, апробація і кількість публікацій за темою дослідження.

Перший розділ присвячений опису гібридних автомобілів в якості об'єктів оптимального управління, зміни технічного стану силових установок гібридних автомобілів від зовнішніх умов та використанню інформаційних систем оцінки технічного стану силових установок гібридних автомобілів.

Другий розділ присвячений критеріям оцінки технічного стану гібридної силової установки. Побудована схема гібридної силової установки, проведено математичне моделювання гібридної силової установки. Також побудована нейромережева модель оцінки технічного стану гібридної силової установки.

Третій розділ присвячений методиці та апаратурі експериментальних досліджень та результатам дослідження зміни технічного стану силової установки.

Четвертий розділ описує приклади ефективного діагностування гібридної силової установки, використання систем нечіткого висновку та штучних нейронних мереж для оцінки технічного стану гібридної силової установки.

У **висновках** представлені основні результати дослідження. Загалом, доложення та висновки автора після опрацювання значної кількості теоретичного матеріалів і проведення практичної апробації є достовірними та обґрунтованими.

У **додатках** автор наводить повний перелік наукових публікацій, в яких викладений зміст роботи; акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих на тему дисертації. Наукові положення дисертації опубліковано в 18 працях, серед яких 7 статей у наукових фахових виданнях України (з них 1 стаття включена до міжнародної наукометричної бази даних Scopus), 4 патенти на корисну модель.

Виконання положень академічної доброчесності. Наведені в дисертації результати є новими, робота не містить запозичень наукових результатів інших авторів без відповідних посилань на їх дослідження, що відповідає вимогам академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження.

- при збільшенні моменту опору обертанню рівного електромагнітного моменту залежність інша;
- не показано організацію закону керування педаллю управління швидкістю автомобіля для різних режимів його руху (величина прискорення автомобіля суттєво впливає на зміну ємності тягових акумуляторних батарей);
- в розділі 1.1 не визначені критерії оптимальності при наладці нечіткого контролера для різних схем гібридної силової установки в залежності від структурної схеми;

- рисунок 1.6 (стор. 34) не має чіткої інформації кривих відмов систем гібридної силової установки;

- в роботі наведена векторна функція, що визначає оптимальне управління, однак відсутня інформація про динамічні властивості гібридної силової установки і апаратури управління різних кінематичних схем гібридних автомобілів;

- при визначенні критерія показника ресурсу гібридної силової установки приймається середня швидкість автомобіля в залежності від умов його експлуатації;

- із розділу 2.4 не зрозуміло при побудові нейромережевої діагностичної моделі який метод навчання нейронних мереж використовувався.

Висновок. Вважаю, що за актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, обґрунтованістю висновків і їх достовірністю, науковою новизною дослідження та значенням отриманих результатів для науки і техніки дисертаційна робота задовольняє вимогам «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 р. та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.07.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій», а її автор, Заверуха Руслан Романович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 274 – Автомобільний транспорт.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри тракторів, автомобілів

та біоенергоресурсів, Національний

університет біоресурсів і природокористування

України



Євген КАЛІНІН

Підпис Євгена Заверухи
Член сектору № 45.11 України (суд-біоенергетика)