

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Маноїла Володимира Максимовича на тему «**Підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та їх функціональних систем, конвертованих для роботи на природному газі**», що представлена до захисту в спеціалізовану вчену раду Д 64.059.02 при Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

На відгук надані дисертація, автореферат, копії опублікованих праць.

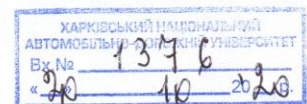
Актуальність теми дисертації та її зв'язок з науковими програмами, планами і темами. Актуальність теми дисертаційної роботи обґрунтовується сформованою тенденцією підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та їх функціональних систем, конвертованих для роботи на природному газі.

Для вирішення цієї проблеми необхідне отримання діагностичної інформації про параметри технічних функціональних систем (ТС), конвертованих для роботи на природному газі, а саме двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) автотранспортних засобів (АТЗ).

Для отримання такої системної діагностичної інформації необхідна розробка нових комплексних методів оцінки технічного стану окремих елементарних ланок ТС конвертованого засобу транспорту (ЗТ), що базуються на математичних методах, оснований на принципі суперпозиції і функціональних рівнянь, а в складних багатоланкових розімкнутих системах оцінка технічного стану визначається за допомогою перетворень Лапласа. Останній метод дозволяє вирішувати проблему оптимізаційного вибору найбільш ефективної функціональної схеми із декількох варіантів складних технічних систем двигуна.

Необхідність та своєчасність таких розробок підтверджується Постановами Кабінету Міністрів, Законами України та міжнародними документами: Законом України «Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу» № 5478-VI (5478-17) від 06.11.2012 р.; Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 р.» № 942 від 07.09.2012 р.; Постановою Президії Національної академії наук України № 55 від 25.02.2009 р. «Основні наукові напрямки, найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних і гуманітарних наук на 2009-2013 рр.».

Робота є складовою частиною досліджень Харківського національного автомобільно-дорожнього університету по прикладним держбюджетним НДР



МОН України: «Теоретичні основи конвертування дизеля у двигун, працюючий на природному газі» (2006-2007 рр. ДР № 06-53-04), «Розроблення та дослідження автомобільного малолітражного екологічно чистого двигуна внутрішнього згоряння, що працює на стиснутому природному газі» (2007- 2008 рр. ДР № 0107U007789), «Теоретичні основи конвертування дизеля в газовий двигун з розподільною подачею природного газу й газотурбінним наддуванням» (2011- 2012 рр. ДР № 0110U001168).

Частина досліджень виконувалася в науково-технічному співтоваристві між ХНАДУ і Харківським автомобільним ремонтним заводом № 126 «Конвертування дизеля ЯМЗ-236 у газовий двигун 6Ч 13/14 з іскровим запалюванням» (2003- 2005 рр. м. Харків).

При цьому, пошуковцем на базі диференціальних та інтегральних рівнянь, взятих з різних галузей науки та техніки, які використовуються для розрахунково-функціонального моделювання елементарних ланок (ЕЛ) газових ДВЗ та оцінки їх динамічної стійкості сформульована *концепція*, а саме для:

– *системи подачі повітря*; ЕЛ 1 – повітряний фільтр (ПФ), на стор. 176, формули 3.51, 3.52; ЕЛ 2 – дифузор змішувача (ДЗ), на стор. 202, фор. 3.158; ЕЛ 3 – дросельний вузол (ДрВ); на стор. 184, фор. 3.85, ЕЛ 4 – впускний колектор (ВК), на стор. 189, фор. 3.106; ЕЛ 5 – газовий ДВЗ, на стор. 174, фор. 3.47;

– *системи подачі палива*; ЕЛ 6 – газовий редуктор (ГР) для БПГ, на стор. 195-196, фор. 3.135; ЕЛ 7 – електромагнітний дозатор газу (ЕДГ), на стор. 200-201, фор. 3.155;

– *системи запалювання*; ЕЛ 8 – тепла енергія в ємнісному заряді, на стор. 208, фор. 3.175 для КТСЗ; на стор. 212, фор. 3.189 для БТСЗ; ЕЛ 9 – тепла енергія в індуктивному заряді; на стор. 208, фор. 3.175 для КТСЗ; на стор. 212, фор. 3.189 для БТСЗ.

На базі сформульованої концепції автором розроблено *методологію* оцінки технічного стану функціональних систем засобів транспорту, конвертованих для роботи на природному газі, яка на відміну від відомих базується на аналізі характеристик їх перехідних процесів.

Методологія складається з математичних моделей вузлів в які входять наступні елементарні ланки:

– *функціональних систем подачі повітря*; ЕЛ 1 – ПФ, стор. 181 – 183, фор. 3.79, 3.80; ЕЛ 2 – ДЗ, стор. 204 – 205, фор. 3.169; ЕЛ 3 – ДрВ; стор. 187 – 188, фор. 3.102; ЕЛ 4 – ВК, стор. 190 – 191, фор. 3.116; ЕЛ 5 – газовий ДВЗ, стор. 174-175, фор. 3.47;

– *функціональних систем подачі палива*; ЕЛ 6 – ГР для БПГ, стор. 194 – 195, фор. 3.135; ЕЛ 7 – ЕДГ, стор. 199 – 200, фор. 3.155;

– *функціональних систем запалювання*; ЕЛ 8 – тепла енергія в ємнісному заряді, стор. 208 – 209, фор. 3.176 для КТСЗ, стор. 208 – 209, фор. 3.176 для БТСЗ; ЕЛ 9 – тепла енергія в індуктивному заряді, стор. 215 –

216, фор. 3.203 для КТСЗ; стор. 215 – 216, фор. 3.203 для БТСЗ.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій. Їх достовірність та новизна. Основні наукові положення та наукова новизна, які наведені у дисертаційній роботі, достатньо обґрунтовані і достовірні. При цьому:

на стор. 174 – 212 наведені залежності елементарних технічних систем повітропостачання, паливоподачі та запалювання газових ДВЗ конвертованих АТЗ, на підставі яких запропоновано *концепцію* оцінки технічного стану функціональних систем засобів транспорту, конвертованих для роботи на природному газі, яка на відміну від відомих базується на аналізі характеристик їх перехідних процесів;

на стор. 174 – 212 на підставі розрахунково-функціонального моделювання елементарних ланок газових ДВЗ розроблено *методологію* оцінки їх динамічної стійкості, яка відрізняється від існуючої реалізацією нестабільності входних параметрів функціональних систем, обумовлених їх технічним станом;

на основі аналізу структурних схем багатоланкових функціональних систем засобів транспорту, конвертованих для роботи на природному газі, наведених на стор. 220 – 234, сформовано *основні положення їх синтезу*, які відрізняються від існуючих реалізацією заданих їх властивостей при зміні технічного стану;

на стор. 220 – 222, 223 – 226 приведені нові варіанти динамічних структурних схем (або схематичного представлення процесу визначення технічного стану) розімкнутих багатоланкових технічних систем вузлів подачі повітря, запалювання та агрегатів ГПС газового ДВЗ конвертованого АТЗ на підставі яких, здійснюється математичне моделювання перехідних процесів параметрів в технічних системах двигуна, конвертованого для роботи на природному газі.

Отримали подальший розвиток: метод спільного управління функціональними системами газового ДВЗ, що на відміну від існуючих коригується відповідно до показань інформаційної системи транспортного засобу (стор. 237 – 255); метод параметричної ідентифікації показників газового ДВЗ, який дозволив визначити статичні характеристики діагностичних показників його функціональних систем, який на відміну від відомого базується на тягово-швидкісних характеристиках конвертованого транспортного засобу (стор. 252 – 255).

Удосконалено: теорія конвертованих засобів транспорту для роботи на природному газі, що на відміну від існуючої враховує технічний стан функціональних систем (стор. 262 – 289); теорія паливної економічності транспортного засобу з газовим ДВЗ, яка на відміну від існуючої враховує різні їздові цикли (стор. 321 – 331).

Всі зазначені результати мають певну ступінь новизни, підтверджені

експериментальними дослідженнями та відображені в опублікованих працях пошукача.

Обґрунтованість та достовірність висновків дисертації не викликає сумнівів, оскільки:

- перший висновок базується на результатах аналізу наукових концепцій конвертації транспортних засобів, переобладнаних для роботи на природному газі, та встановлено, що проблема їх функціональної стабільності не вирішена, не розроблені методи оцінки їх технічного стану. Напрямок дослідження визначено необхідністю формування концепції діагностування засобів транспорту та їх функціональних систем, конвертованих для роботи на природному газі. Зауважень немає.

- другий висновок стосується обґрунтування *концепції* оцінки технічного стану функціональних систем засобів транспорту, конвертованих для роботи на природному газі, яка на відміну від відомих базується на аналізі характеристик їх перехідних процесів. Зауважень немає.

- третій висновок визначає *методологію* оцінки їх технічного стану та динамічної стійкості, яка відрізняється від існуючої реалізацією нестабільності вхідних параметрів функціональних систем, обумовлених їх технічним станом та ґрунтується на підставі розрахунково-функціонального моделювання елементарних ланок газових ДВЗ. Зауважень немає.

- четвертий висновок науково обґрунтовує і удосконалює метод спільного електронного управління розподіленою подачею газу і системою запалювання двигуна конвертованого АТЗ. Визначено способи та розроблено алгоритми управління ЕДГ систем живлення газового ДВЗ з використанням спеціального методу «Pick & Hold» форсування струму та збільшенням швидкодії клапана-сердечника ЕДГ. Зауважень немає.

- п'ятий висновок стосується подальшому розвитку методу експериментального дослідження діагностичних параметрів технічних систем подачі повітря і газу конвертованого АТЗ, який базується на методиці зняття і обробки результатів витратних і техніко-економічних показників конвертованого газового ДВЗ, який на відміну від відомих враховує технічний стан функціональних систем. Зауважень немає.

- шостий висновок присвячений удосконаленню методу параметричної ідентифікації показників ДВЗ, що відображає тягово-швидкісні характеристики конвертованого транспортного засобу; в процесі зняття характеристик використовується метод математичного планування експерименту (ММПЕ), що дозволило визначити функції відгуку, за допомогою яких отримані статичні характеристики діагностичних показників безнадувного двигуна з розподіленою подачею газу, які представлені у вигляді поліноміальних залежностей; виконанню математичного моделювання перехідних процесів параметрів елементарних ланок і багатоланкових функціональних систем подачі повітря, запалювання і подачі палива двигуна АТЗ, конвертованого для роботи на природному газі;

математичне моделювання дозволяє здійснювати над функціональними технічними системами різні види діагностування. Зауважень немає.

- сьомий висновок пов'язаний з вдосконаленням методу оцінки технічного стану елементарних ланок, який в залежності від впливу вхідних та вихідних параметрів функціональних систем конвертованих ТЗ, базується на застосуванні математичних методів, основаних на принципі суперпозиції та функціональних рівнянь. Зауважень немає.

- восьмий висновок удосконалює метод оцінки технічного стану вихідних параметрів роз'єднаних складних багатоланкових систем конвертованих ТЗ, з використанням операційного методу прямого і зворотного перетворень Лапласа. Зауважень немає.

- у дев'ятому висновку отримав подальший розвиток метод оптимізації конструктивних і режимних параметрів (МОКіРП) газового ДВЗ, який базується: на критерії детонації і методі дослідження простору параметрів з використанням сіток проф. І.М. Соболя та проф. Р.Б. Статнікова. МОКіРП дозволив вирішити завдання оптимізації конструктивних і регульованих параметрів (α , θ , n , β , π_k), отримати теоретичні (розрахункові) характеристичні карти, за допомогою яких здійснюється управління робочим процесом ДВЗ з ГТН і РПГ. Зауважень немає.

- у десятому висновку удосконалено метод оцінки технічного стану вихідних параметрів роз'єднаних складних багатоланкових систем конвертованих ТЗ, з використанням операційного методу прямого і зворотного перетворень Лапласа, що дозволяє досліджувати перехідні процеси ЧДХ і динамічну стійкість параметрів складних багатоланкових розімкнутих технічних систем. Дано висновки і обґрунтовано рекомендації щодо застосування найбільш досконалих вузлів системи подачі повітря і запалювання, а також вузлів подачі газу технічних систем при конвертації АТЗ з дизелем, у газовий ДВЗ з наддувом та без наддуву. Зауважень немає.

- у одинадцятому висновку доведено експериментально на розгорнутому стенді, що використання ГПА на газовому двигуні 6ГЧН 13/14 з ГТН дозволило досягти показників потужності, які відповідають показникам потужності базового дизеля ($N_e=132$ кВт). На номінальному режимі роботи N_e газового двигуна 6ГЧН 13/14 в порівнянні з ефективною потужністю двигуна 6ГЧ 13/14 зросла на 26 % (з 108 кВт до 135 кВт). Зауваження є і стосується воно посилення на рис.17, б, позиції 4, а саме того, що така позиція на рис. 17 відсутня.

- у дванадцятому висновку наведено порівняльні експериментальні дослідження по їздовим циклам вантажного автомобіля КраЗ-5401 з базовим дизелем ЯМЗ-5362, автомобіля КраЗ-5401К2 з дослідною вітчизняною газопаливною апаратурою (ГПА), а також автомобіля УРАЛ-4320-0111-71 з газовим ДВЗ мод.8212.10-221 укомплектованого серійною закордонною ГПА фірми Bosch. Їздові цикли АТЗ проводилися в міських і приміських умовах (їздових циклах). Зауважень немає.

– у висновку тринадцять наведені рекомендації та результати досліджень з оцінки підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та їх функціональних систем, які доведені до методів, методик, алгоритмів, приладів та програм, що використовуються в державних наукових установах, на виробництві та в навчальному процесі. Зауважень немає.

Таким чином, наукова новизна в повному обсязі відображена у висновках дисертаційної роботи, а самі одержані висновки і наукові положення, та практичні рекомендації є достовірними та науково обґрунтованими.

Структура, зміст й оформлення дисертації. Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог ДАК України та складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 434 аркуші друкованого тексту. Обсяг основного тексту дисертаційної роботи становить 298 сторінки, у тому числі 134 рисунка і 10 таблиць, список використаних джерел містить 258 найменувань на 25 аркушах.

У вступі обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета і задачі, визначені об'єкт і предмет дослідження, описані основні методи досліджень і викладені основні положення наукової новизни та практичної цінності, апробації та публікації результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі на основі критичного аналізу наукових робіт і публікацій узагальнено відомі тенденції підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та їх функціональних систем, конвертованих для роботи на природному газі, обґрунтовано напрямок подальшого поліпшення їх техніко-економічних і екологічних показників.

По першому розділу можна зробити наступні зауваження:

– у даному розділі на стор. 82, автором не наведено обґрунтування форми камери згоряння для газового двигуна середньої потужності від 150 до 200 кВт;

– у цьому розділі йдеться мова про переобладнання дизеля ЯМЗ-236 в чисто газовий двигун, однак на стор. 98, рис.1.13 номінальна потужність конвертованого газового ДВЗ знижується майже на 25 %. Виникає питання. А де ж тут перевага?

У другому розділі обґрунтовано і удосконалено метод спільного управління розподіленою подачею газу і системою запалювання газового ДВЗ конвертованого АТЗ. Виконаними дослідженнями встановлено, що конструкція рухомих частин дослідного зразка ЕДГ не забезпечує необхідної швидкодії клапана-сердечника для розробки перспективних систем подачі газу в ДВЗ з великим робочим об'ємом. Для вирішення цієї проблеми був розвинутий метод електронного управління розподіленою подачею газу і системою запалювання, який складається з реалізації методу форсування «Pick & Hold», останній дозволив підвищити швидкодію електромагнітного

виконавчого механізму та зберегти його теплову стабільність і надійність.

По другому розділу можна зробити наступні зауваження:

– до підрозділу 2.1.1. Назва підрозділу містить інформацію про подачу палива у впускний колектор, а в розділі 1 йдеться про те, що обрана розподілена система впорскування газу, яка здійснює впорскування на тарілку впускного клапана кожного циліндра. Цей підрозділ повинен знаходитися у розділі 1;

– стор. 111. Формула 2.6. Не зрозуміло, що таке t_{omm} –?

У третьому розділі сформульовано *концепцію* оцінки технічного стану функціональних систем АТЗ, конвертованих для роботи на природному газі. Розроблена *методологія* оцінювання ефективності АТЗ та їх елементарних функціональних систем, конвертованих для роботи на природному газі. На підставі методології *сформовано основні положення їх синтезу* та удосконалені базові основи теорії автоматичного управління з різними роз'єднаними багатоланковими технічними системами повітропостачання, запалювання і подачі палива ДВЗ АТЗ, конвертованого для роботи на природному газі.

По третьому розділу можна зробити наступні зауваження:

- потребує пояснення положення автора щодо результатів дослідження систем автоматичного управління елементів газоподаючої апаратури (стор. 163 - 234) – чому при складанні і застосуванні диференціальних рівнянь динаміки складових (вузлів) ДВЗ, наявно відсутні компоненти, що характеризують рідинне і сухе тертя (або їх коефіцієнти) в складових елементах (вузлах) подачі газу в ДВЗ і не зрозуміло, чому такі різновиди тертя в роботі не враховані;

- не зрозуміло якою системою рівнянь описані несталі процеси зміни швидкості обертання вала ДВЗ: системою лінійних залежностей, системою лінеаризованих залежностей або системою нелінійних залежностей і чому саме?;

- не зрозуміло чому в диференціальному рівнянні (3.1) або іншому в дисертаційній роботі не врахована координата дозуючого органа паливоподачі при визначенні ефективної потужності газового ДВЗ. Виходить, що дисертант працював тільки з зовнішньою характеристикою двигуна, а чому?;

- потребує пояснення автора відсутність в рівняннях руху АТЗ урахування ККД трансмісії транспортного засобу (в додаток до формули (3.40));

- на стор.163 автором дисертації стверджується наступне положення: «Диференційного рівняння, що описує зміну кутової швидкості обертання колінчастого вала газового ДВЗ для приводу конвертованого АТЗ в літературних джерелах не виявлено. Усунення цього інформаційного пробілу є метою даного підрозділу». З цим положенням не можливо погодитись. В 2004 році саме це завдання було в повному обсязі успішно вирішено українським вченим, д.т.н., професором НТУ Матейчиком В.П. в своїй

дисертації на тему: «Наукові основи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів». Тому авторів дисертації потрібно показати (навести) інше обґрунтування для усунення інформаційного пробілу, що і є метою даного підрозділу;

- стор.157 – 163 це витяги з інших робіт, і до дослідження ніякого відношення не мають;

- не зрозуміло, як використовуючи логічне та математичне моделювання (стор. 157-158) можна приступити до дослідження складних розімкнутих технічних систем?

- стор.173. не зрозуміло в чому необхідність перетворення диференціального рівняння зміни швидкості обертання колінчастого вала ДВЗ (елементарна ланка 5) для приводу автотранспортного засобу (3.44) з частковими похідними у операторне (3.47) рівняння;

У першій частині четвертого розділу наведений розвинутий метод експериментального дослідження діагностичних параметрів технічних систем подачі повітря і газу у впускний тракт двигуна конвертованого АТЗ, який передбачає: розробку методики зняття і обробки результатів витратних і техніко-економічних параметрів конвертованого газового ДВЗ; використання методу математичного планування експерименту (ММПЕ) для вирішення рівнянь елементарних ланок технічних систем ДВЗ. У другій частині четвертого розділу, наведений удосконалений метод параметричної ідентифікації експериментально отриманих залежностей параметрів систем газового ДВЗ конвертованого АТЗ.

По четвертому розділу можна зробити наступні зауваження:

- потребує пояснень фраза автора дисертації на стор. 352: «Основні параметри вантажного автомобіля і двигуна, які використовуються при дослідженні, наведені в [231]» в частині використаної літератури. Не можливо знайти інформації у літературі [231]. Це зовсім інша література.

На стор 364 дисертації наведена наступна інформація:

231. Кутенёв В.Ф., Козлов А.В., Лукшо В.А., та ін. Теоретическое и экспериментальное исследование энергетической и эколого-экономической эффективности применения смесевых и биодизельных топлив в дизелях. *Двигатели и экология*. 2007. Вып. 238. С. 84–94.

- В розділі 4.2.1 Особливості конструкції і технічні можливості безмоторного стенду для проведення випробувань ЕДГ наведена схема 4.6 на стор. 245 дисертації показує пневматичну та спрощену електричну схеми безмоторного стенду для проведення випробувань ЕДГ. Причому в розділі 4.2 чітко вказано (стор.2.4.3), що саме автором запропонована принципова схема експериментальної установки для проведення стендових випробувань газових дозаторів і дає можливість виконувати відповідний перелік робіт. Посилань на літературні джерела немає взагалі, тобто ці положення розроблені вперше саме автором дисертації. Викликає не розуміння публікації аналогічної схеми у наступних роботах інших авторів раніше за

часом захисту виконаної роботи дисертантом :

1. В.А. Колесников, А.В. Козлов, М.В. Миронов, Экспериментальное исследование газовых дозаторов для конвертации дизельного двигателя в газовый, с. 267 – 275. / Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: материалы 106-й Междунар. науч.-техн. конф. (Иркутск, 23–26 апреля 2019 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2019. – 704 с.

2. Лукшо В.А. Комплексный метод повышения энергоэффективности газовых двигателей с высокой степенью сжатия и укороченными тактами впуска и выпуска: дисертация на соискание уч. степени д-ра техн. Наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели. Москва: ФГУП «НАМИ», 2015. 434 с.

- на стор. 252 дисертації вказано, що «В транспортний засіб входить двигун, який пов'язаний з трансмісією за допомогою 8-и ступінчастої механічної коробки перемикання передач (КПП)...». Це не відповідає дійсності. На дослідному автомобілі встановлюється 9-ступінчаста коробка переключення передач компанії «Eaton Fest Gear» (<https://military-informant.com/army/1-sp-1268618739.html> і <https://t-magazine.ru/Pages/KrAZ2011/>).

- на стор. 252 дисертації вказано, що «...отримані експериментальним шляхом параметри конвертованого ЗТ з газовим ДВЗ 6ЧГ 13/14 і різними типами газопаливних систем, представлені у вигляді поліноміальних залежностей Чебишева [76]. Значення отриманих поліноміальних залежностей необхідні для обчислення (визначення) вільних коефіцієнтів диференціальних рівнянь приведені в 3-му розділі даної роботи.». На стор. 351 вказано, що література [76] це:

76. Шибанов А.В. Влияние конструктивных и регулировочных факторов на образование вредных веществ в быстроходном дизеле, конвертированного на природный газ: автореф. дис. на соискание научн. степени канд техн. наук. Москва. 2007. 18 с.

У висновках по розділу 4 (стор. 256) вказано, що ці залежності отримані автором дисертації (висновок 5). Крім цього показано посилання на рис. 4.18 і 4.19, які взагалі відсутні в дисертації. Складно зрозуміти, про що йде мова і тому дані посилання потребують пояснення.

- на стор. 253 і на Рисунку 4.9 – Статичні характеристики діагностичних показників без надувного двигуна з розподіленою подачею газу, наведені у вигляді поліноміальних залежностей. Складно зрозуміти про який «надувний двигун» йде мова. Крім цього, виникає питання, чому в розділі «4.3.2 Ідентифікація параметрів функціональних систем конвертованого транспортного засобу, обладнаного газовим двигуном» представлені результати робіт щодо газового двигуна, які виконувались іншим автором [76]. Скоріш за все автором зроблена граматична помилка;

- Підрозділи 4.1 – 4.3, а навіть опис стендів наведений у цих підрозділах, коли експериментальні дослідження електромагнітного дозатору

приведені у розділу 2. Цей технічний матеріал (підрозділи 4.1 – 4.3) варто було б розмістити у додатку роботи;

- стор. 251-252, не зрозуміло чому в роботі застосовані чебишевські поліноміальні залежності, підрозділ 4.3.1;

- додаток М. Технічні характеристики вантажних автомобілів КрАЗ-5401 з дизелем ЯМЗ-536 (табл. М1) та КрАЗ-5401К2 з газовим двигуном ЯМЗ-536Г (табл. М2). Питання стосується випробування автомобіля КрАЗ. Яке відношення має автор роботи до цього автомобіля і цього двигуна. Типи двигуна теж різні. У автора – ЯМЗ -236, а у вантажного автомобіля ЯМЗ-536Г. Крім цього у табл. М повністю відсутня інформація про двигун ЯМЗ-536Г;

У п'ятому розділі розроблені методи оцінки технічного стану і динамічної стійкості елементарних технічних систем конвертованого АТЗ із застосуванням математичних методів, заснованих на принципах суперпозиції і функціональних рівнянь та методі оцінки технічного стану складних багатоланкових роз'єднаних систем з використанням операційного методу прямого і зворотного перетворень Лапласа.

По п'ятому розділу можна зробити наступні зауваження:

Не зрозуміло, чому в розділі 5 в основу дисертаційної роботи покладено положення «динамічної стійкості САР». В паспорті спеціальності 05.22.20 такого напрямку досліджень немає. Але такий пункт стосовно напрямку досліджень дисертанта є в паспорті спеціальності 05.05.03 – Двигуни і енергетичні установки: «п. 8. Розроблення систем автоматичного керування (САК) двигунів і енергоустановок на усталених і перехідних режимах роботи. Теоретичні й експериментальні методи дослідження САК».

- рис. 5.9 «Порівняння параметрів і основні діагностичні ознаки елементарних ланок 8 і 9 з БТСЗ і штатної КТСЗ: виділення теплової енергії ємнісного і індуктивного зарядів на електродах свічного вузла». Де порівняння стійкості контактної (КТСЗ) і безконтактно транзисторної систем запалювання (БТСЗ)? Що означає «більш стійкий процес»?

- для дослідження параметрів перехідних процесів елементарних ланок системи подачі повітря на режимі 3 ЗШХ, представлених на рис. 5.10, застосовувався метод оцінки технічного стану, заснований на математичному методі функціональних рівнянь, який дозволяє оцінити технічний стан і динамічну стійкість вихідних параметрів функціональних систем АТЗ, з урахуванням сумарної дії елементарних вхідних змінень параметрів діючих на системи. Не зрозуміло, як це пов'язано з оцінкою технічного стану цих елементарних ланок;

- у додатку на стор. 270-392 достатньо велика увага приділяється дослідженню оцінки технічного стану елементарних ланок функціональних технічних систем конвертованих газових ДВЗ в залежності від зміни терміну експлуатації АТЗ, коли значення нормативних показників погіршується. Задачею цього дослідження є встановлення граничної межі, у

діапазоні якої можна здійснювати ефективну експлуатацію перелічених елементарних функціональних ланок 1-9. Не зрозуміло, як встановити граничну межу, у діапазоні якої можна здійснювати ефективну експлуатацію перелічених елементарних функціональних ланок 1-9.

Шостий розділ присвячений удосконаленню методу оптимізації конструктивних і режимних параметрів газового двигуна з ГТН, конвертованого вантажного автомобіля КрАЗ-5401К2, який базується на критерії детонації і методі дослідження простору параметрів з використанням сіток проф. І.М. Соболя і проф. Р.Б. Статнікова та виконанню порівняльних експериментальних досліджень по їздовим циклам АТЗ з базовим дизелем і двома варіантами газових ДВЗ по визначенню екологічних норм викидів автотранспортними засобами.

По шостому розділу можна зробити наступні зауваження:

- потребує пояснень фраза автора дисертації на стор. 326: «Основні результати досліджень для автомобіля-самоскида КрАЗ-5401К2 наведені на рис. 6.22 і 6.23 [250]» в частині використаної літератури. Не можливо знайти інформації у літературі [250].

На стор 361 дисертації наведена наступна інформація:

250. Varde K.S. Fueling System Control and Exhaust Emissions from Natural Gas Fueled Engines. *Journal of Scientific and Industrial Research*. Vol. 62. January–February 2003. P. 13–19.

- на стор 314 дисертації представлений розділ 6.4 Отримання узагальнених характеристичних карт управління процесами запалення і подачі газу в ДВЗ з газотурбінним наддувом. Потребує пояснень термін «процес запалення» - про що йде мова, про яке запалення?;

- Таблиця 6.2 – Діапазон варіювання параметрів двигуна при визначенні завдання оптимізації режимних параметрів (стор 3.11 дисертації) вміщує неправильну інформацію в частині значень параметрів π_k і $\varphi_{др}$;

- на стор. 312 наводяться критерії якості, якими, для забезпечення максимальних техніко-економічних і екологічних показників, користувався автор дисертації. В якості основних виступають мінімальні значення питомої витрати палива і мінімальний вміст NO_x . Потребують пояснень положення і висновки автора дисертації в частині оцінювання екологічних показників роботи шляхом використання інших показників роботи газових двигунів, а саме CO , CH_4 , CH , THC і NO_x (підтвердження - розділ 6 дисертації і стор.30 автореферату).

- в розділі 6 всі випробування транспортних засобів проводились у відповідності до стандарту іноземної держави, а саме ГОСТ Р 54810-2011. Не зрозуміло, чому в роботі не використовувались стандарти, за якими визначаються аналогічні показники в Україні;

- в різних частинах дисертації наведені основні етапи конвертації (так в розділі 6 показані етапи 4 і 5), але не зрозуміло, де знаходиться 1 етап і де загальна методологія виконання конвертації;

- в авторефераті на стор. 28 і (рис. 21 б) показаний їздовий цикл для вантажних автомобілів виконується згідно ГОСТ Р 54810-2011. Аналогічний показаному на рис. 6.20 дисертації (стор. 325). Складно зрозуміти, навіщо цей рисунок наведений в авторефераті. Це ж стандартний цикл і він не є результатом, що був отриманий автором дисертації.

— стор.330, не зрозуміло звідки взяли результати порівняльних випробувань: вантажного автомобіля КрАЗ-5401 з дизельним двигуном ЯМЗ-5362; автомобіля УРАЛ-4320-0111-71 газовим двигуном мод. 8212.10-221 (працюючого по циклу Міллера); автомобіля УРАЛ-4320-4951-80 з газовим двигуном мод. 8212.10-321 (СТDC, цикл Аткинсона-Міллера); автобуса ЛіАЗ 52929 з газовим ДВЗ MAN (цикл Отто); дослідного автомобіля КрАЗ-5401Г з конвертованим газовим ДВЗ ЯМЗ-5362Г.

Крім зауважень, наведених вище, можна відзначити інші недоліки роботи.

1. Результати проведеного автором дослідження, неможливо співставити по суті проведених ним досліджень. Особливість питання полягає в наступному:

- дослідження в розділі 4 відносяться до конвертованого газового V-подібного двигуна на основі дизеля ЯМЗ-236 і ЯМЗ-236 Н (робочий об'єм 11,5 л), що проводились в дослідній лабораторії ХНАДУ. Результат роботи був отриманий від встановлення агрегату наддуву на конвертований безнаддувний двигун (висновок 11);

- частина результатів експериментальних досліджень в розділі 6 присвячена стендовим випробуванням в дослідній лабораторії ХНАДУ стаціонарних конвертованих газових V-подібних двигунів на основі дизеля ЯМЗ-236 і ЯМЗ-236 Н (робочий об'єм 11,5 л) і стосуються тільки отриманих переваг від встановлення газотурбінного наддуву (висновок 11(автореферат - стор. 32 і дисертація - стор. 339));

- крім цього, дослідження в розділі 6 проводились для автомобіля КрАЗ-5401 з рядним дизельним двигуном ЯМЗ-5362 (робочий об'єм 6,65 л), автомобіля УРАЛ-4320-0111-71 газовим двигуном мод. 8212.10-221 (працюючого за циклом Міллера), що були отримані ЛУКШО Владиславом Анатолійовичем (НАМІ- 2015), автомобіля УРАЛ-4320-4951-80 з газовим двигуном мод. 8212.10-321 (СТDC – controlled thermodynamic cycle (організація робочого процесу газового двигуна з керованим термодинамічним циклом), цикл Аткинсона-Міллера) що були отримані ЛУКШО Владиславом Анатолійовичем (НАМІ - 2015); автобуса ЛіАЗ 52929 з газовим ДВЗ MAN (цикл Отто), що були отримані ЛУКШО Владиславом Анатолійовичем (НАМІ- 2015);

- автомобіль КрАЗ-5401К2, на якому автор проводив випробування, за результатами дисертаційного дослідження, оснащений дизелем ЯМЗ-5362 і конвертованим двигуном ЯМЗ-5362Г. Хоча в літературних і інформаційних джерелах автомобіль КрАЗ-5401К2 - вакуумна підмітально-прибиральна

машина з кабіною від вантажівки Renault Kerax і двигуном Mercedes-Benz M906LAG 6,8 л (Євро-5), потужністю 279 к.с., що працює на газі (метан), одним дисковим зчепленням MFZ-430 та 9-ст. коробкою передач 9JS119TA. Середня витрата метану у машини варіюється в межах 25-30 кубометрів на 100 км шляху. У дизельному еквіваленті це виходить десь 15 л солярки на 100 км шляху (<http://trucks.autocentre.ua/test-drive/test-drayv-kraza-na-metane-gb-tr-56771.html> і http://krazauto.ru/news/read/Zelenyj_kommunalnyj_avtomobil_KrAZ_5401K2.html). Автомобіль КрАЗ-5401К2 ніколи не оснащувався конвертованим двигуном ЯМЗ-5362Г (за даними заводу-виробника), який досліджується в дисертації. Він оснащується тільки газовим двигуном Mercedes-Benz M906LAG 6,8 л (Євро-5).

Виникає питання, що потребує пояснень автора, яке відношення мають V-подібні стаціонарні двигуни 6ГЧН 13/14 і 6ГЧ 13/14 (робочий об'єм 11,5 л), які ніколи не встановлювались на транспортний засіб в даному проведеному дисертаційному дослідженні, до двигунів транспортних засобів, а саме ЯМЗ-5362, мод. 8212.10-321, мод. 8212.10-221, газового ДВЗ MAN і ЯМЗ-5362Г (робочий об'єм 6,65 л) і як це пов'язано з отриманими результатами дослідження.

2. Інформація про експериментальні дослідження КрАЗ-5401К2 при швидкості 40 км/год. на бігових барабанах (стор. 322 дисертації і стор. 28 автореферату) потребує пояснень в частині місця проведення експериментальних досліджень і характеристик випробувального стенду (в дисертації відповідна інформація відсутня). Також потребує пояснень автора дисертації інформація щодо наявності договору про співдружність між ХНТУСГ ім. П. Василенка і ПрАТ «АвтоКрАЗ» (стор. 328 дисертації) і про технічний звіт ПрАТ «АвтоКрАЗ» [253] (на стор. 324 дисертації). Це пов'язано із тим, що документи дуже важливі для з'ясування цілісності і значущості отриманих результатів дисертаційної роботи, а в розділі «Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами» (стор. 1-2 автореферату і стор. 44 дисертації) вони взагалі не представлені і з ними неможливо ознайомитись з літературних та інформаційних джерел.

3. Потребує пояснень у автора дисертації необхідність, для достатнього розкриття напрямків досліджень паспорту спеціальності 05.22.20, детального використання положень, в частині напрямків досліджень, паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни і енергетичні установки, а саме наступних положень:

- 8. Розроблення систем автоматичного керування (САК) двигунів і енергоустановок на усталених і перехідних режимах роботи. Теоретичні й експериментальні методи дослідження САК.

- 9. Розроблення засобів, моделей, методів і методик для ідентифікації та діагностичного контролю технічного стану двигунів і енергоустановок.

4. В дисертації використовується декілька незрозумілих термінів, а саме

дослідницька вітчизняна конвертована газова паливна апаратура і іноземна газова паливна апаратура фірми Bosch. Але ніде в дисертації не наведені параметри, характеристики і назви (маркування) цієї апаратури. Складно зрозуміти, про яку апаратуру йде мова при проведенні дисертаційного дослідження.

5. Не можливо зрозуміти в чому полягає підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів, якщо на стор. 30 автореферату автомобіль КрАЗ-5401 з дизелем ЯМЗ-5362 відповідав Еуро- 5, а після «покращення» при встановленні газової апаратури – досяг рівня Еуро- 4 (стор. 29 автореферату).

6. Не можливо зрозуміти якою є нормована експлуатаційна витрата палива для автомобіля КрАЗ-5401, що дорівнює 25,9 літрів на 100 км шляху (стор. 33 автореферату), або 25,75 літрів на 100 км шляху (стор. 323 дисертації).

7. Не можливо зрозуміти при якій швидкості проводились випробування автомобіля: на стор.28 автореферату – 40км/час, на стор. 29 автореферату – 90км/час. Аналогічно не зрозуміло, яка одиниця вимірювання витрати метану в умовах експлуатації - кг, м³ або л??? В тексті дисертації використовуються всі ці одиниці одночасно.

Повнота викладення результатів дисертаційної роботи в опублікованих наукових працях. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 62 наукових працях, у тому числі: 35 статей у наукових (зокрема 2 електронних) фахових виданнях України та інших держав (з них 4 публікації у періодичних виданнях, що входять до наукометричної бази Scopus та 11 публікацій у виданнях, які включені до інших міжнародних наукометричних баз). За матеріалами досліджень опубліковано 9 тез у збірниках доповідей міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій, отримано 8 патентів України на винахід та 9 патентів України на корисну модель. Зміст особистої участі в опублікованих у співавторстві роботах різних видань не повторюється.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертаційна робота написана діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю та складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Об'єм дисертації відповідає вимогам, встановленим до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Кожний з шести розділів має логічну завершеність, а висновки за розділами знайшли відображення у загальних висновках дисертаційної роботи.

Автореферат в цілому в повній мірі відображає основний зміст, наукові положення, висновки та загальні рекомендації дисертаційної роботи.

Загальний висновок по дисертаційній роботі. Аналізуючи зміст

дисертації в цілому, можливо відзначити наступне.

З огляду на актуальність, новизну, важливість одержаних автором наукових результатів, їх обґрунтованість і достовірність, а також практичну цінність сформульованих положень і висновків, вважаю, що дисертаційна робота Манойла Володимира Максимовича «Підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та їх функціональних систем, конвертованих для роботи на природному газі» є самостійним, оригінальним та завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне наукове завдання щодо підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту, конвертованих для роботи на природному газі. Наукові результати відповідають паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

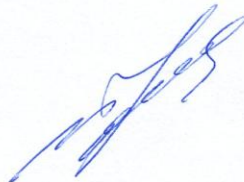
Текст автореферату і публікації достатньо повно відображають зміст і основні наукові результати виконаного дослідження.

Зауваження по роботі, відзначені у відгуку, не ставлять під сумнів вихідні наукові положення й основні результати дослідження, що одержали достатню апробацію.

На підставі вищезазначеного можна зробити висновок, що дисертаційна робота Манойла В.М. відповідає вимогам пп. 9, 10 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2015 р. № 567 щодо докторських дисертацій, а її автор, Манойло Володимир Максимович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент:

професор кафедри експлуатації суднових
енергетичних установок
Херсонської державної морської академії
Міністерства освіти і науки України,
доктор технічних наук, професор



Грицук І.В.

Підпис професора кафедри експлуатації
суднових енергетичних установок
Херсонської державної морської
академії, доктора технічних наук,
професора засвідчую

Проректор з науково-педагогічної роботи
Херсонської державної морської
академії, кандидат технічних наук,
доцент



Бень А.П.