

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Кондратенка Олександра Миколайовича на тему
«Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря
від техногенного впливу енергоустановок з поршневыми двигунами
внутрішнього згорання»,
представлену на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук за спеціальністю 21. 06. 01 – екологічна безпека

Актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота Кондратенка О.М. спрямована на розробку науково-методологічних основ захисту атмосферного повітря від техногенного впливу, який чинять при своїй експлуатації енергоустановки, що оснащені поршневыми двигунами внутрішнього згорання.

Покращення екологічних показників роботи поршневих двигунів внутрішнього згорання є однією з основних задач, що стоять перед провідними фахівцями як у галузях двигунобудування і їх експлуатації, так і у галузі захисту навколишнього природного середовища. Аналіз структури, техніко-економічних і екологічних показників роботи енергоустановок з поршневим двигуном, що перебувають в експлуатації на теренах нашої країни, показав, що серед них присутня значна кількість обладнання, яке не відповідає чинним вимогам екобезпеки.

Автотранспортні засоби з електричною чи гібридною трансмісією та застосування альтернативних моторних палив є найбільш дієвими з радикальних способів вирішення визначеної екологічної проблеми, втім їх повне впровадження є віддаленою перспективою навіть для густонаселених територій, а у випадках віддаленого, аварійного і автономного енергопостачання альтернатива енергоустановкам з поршневим двигуном відсутня.

ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ	
Вх. №	44
19. 04	2021 р.
Кількість аркушів:	
Осн. док.	12 додет. —

Все вищенаведене вказує на необхідність системної розробки й впровадження засобів захисту атмосферного повітря від техногенного впливу вказаних енергогенеруючих об'єктів.

Актуальність теми дисертаційного дослідження у достатній мірі обґрунтована дисертантом у роботі та авторефераті і підтверджується тим, що робота виконана відповідно до науково-дослідної роботи НУЦЗ України за темою «Використання апарату нечіткої логіки та психофізичних шкал у критеріальному оцінюванні рівня екологічної безпеки» (держреєстраційний № 0119U001001, 2019–2021 рр., здобувач є керівником) і двох завершених ініціативних науково-дослідних робіт НУЦЗ України за темами: «Методологічне забезпечення критеріального оцінювання ефективності функціонування системи управління екологічною безпекою процесу експлуатації енергетичних установок аварійно-рятувальної техніки» (держреєстраційний № 0117U002002, 2017–2018 рр., здобувач був відповідальним виконавцем) і «Теоретичні дослідження і розробка пристроїв для підвищення безпеки експлуатації енергетичних установок на базі дизельних двигунів» (держреєстраційний № 0115U002040, 2015–2016 рр., здобувач був відповідальним виконавцем).

Ступінь обґрунтованості й достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі. Наукові положення, висновки та рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі, базуються на значному обсязі теоретичних та експериментальних досліджень, є логічно обґрунтованими і підтверджуються результатами натурних експериментів і математичного моделювання. Достовірність результатів підтверджується високою відтворюваністю експериментальних даних. При виконанні роботи здобувач використовував сучасні методи дослідження та комп'ютерні програми: метод SWOT-аналізу; ліцензійні версії програмних застосунків Micrisoft Exel 2003, MathCAD 14 Express, T-Flex CAD 3D V8 Education та розроблений у

середовищі Borland Pascal застосунок Applied Beta-Distribution.

При критичному аналізі рукопису дисертації та автореферату сумнівних, неоднозначних чи необґрунтованих висновків та тверджень опонентом не виявлено. Таким чином, як ступінь обґрунтованості, так і достовірність наукових положень, отриманих дисертантом, винесених висновків та сформульованих рекомендацій обґрунтованих сумнівів не викликає.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертації запропоновано та обґрунтовано нові наукові положення, висновки та рекомендації, які дозволяють підвищити рівень екологічної безпеки атмосферного повітря при роботі енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння з високим ступенем фізичного зносу.

Одержані в роботі нові наукові результати є такими:

- обґрунтовано структуру показника рівня екологічної безпеки експлуатації енергоустановок з поршневим ДВЗ з високим рівнем фізичного зносу, який враховує чинники їх негативного впливу на атмосферне повітря протягом життєвого циклу;
- науково обґрунтовано методологію побудови та використання індексу ефективності фільтра твердих частинок, що дозволило підтримувати ефективність фільтра на стабільному рівні для різних режимів роботи поршневого двигунів внутрішнього згоряння;
- *набули подальшого розвитку* методологічні засади розробки технології захисту навколишнього середовища при врахуванні чинників, які зумовлені розбіжністю вимог законодавчих екологічних обмежень щодо якості моторного палива та екологічних вимог до складу відпрацьованих газів.
- *розроблені* науково-методологічні основи комплексної технології захисту атмосферного повітря, яка дозволила отримати синергетичний ефект від комплексу природозахисних технологічних заходів – охолодження,

очищення і рециркуляції відпрацьованих газів, утилізації їх теплової енергії, переведення двигуна на споживання альтернативного моторного палива й раціоналізації структури моделі його експлуатації.

Практична цінність одержаних результатів. У дисертаційній роботі одержано такі практичні результати:

1) запропонований у роботі інтегративний показник рівня екологічної безпеки, застосовано для отримання оцінки екологічної якості роботи поршневих двигунів;

2) запропонований у роботі індекс ефективності функціонування фільтра твердих частинок використаний для виконання прогностичних розрахунків техніко-економічних, масогабаритних і вартісних показників досліджуваних у роботі технічних енергогенеруючих об'єктів при їх експлуатації, а також у якості вихідних даних для виконання комплексного критеріального оцінювання стану екологічної безпеки процесу експлуатації цих об'єктів;

3) запропоновані у роботі система управління екологічною безпекою процесу експлуатації енергоустановок, оснащених поршневим двигуном внутрішнього згорання з високим рівнем фізичного зносу, схема комплексної технології захисту атмосферного повітря при експлуатації означених енергоустановок та вдосконалені системи класифікацій фільтрів твердих частинок і методів їх регенерації впроваджені у практику науково-дослідної установи та підприємств, що експлуатують такі технічні енергогенеруючі об'єкти.

Щодо **завершеності дисертації** в цілому, слід зазначити, що це завершена наукова робота, яка складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, списку літературних джерел з 287 найменувань на 25 стор. та 5 додатків на 78 стор. Робота містить 120 рисунків та 12 таблиць.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну й

практичну цінність одержаних результатів, детально розкрито особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі дисертації (стор. 78 - 142) шляхом критичного аналізу результатів наукових досліджень з особливостей техногенного впливу на атмосферне повітря при експлуатації різнотипних енергоустановок, оснащених поршнеvim двигуном внутрішнього згорання з високим ступенем фізичного зносу, здобувачем виявлено недостатній ступінь врахування чинників екологічної безпеки, джерелом яких є описані технічні об'єкти, у відомих методиках комплексного критеріального оцінювання. Спираючись на отримані дані дисертантом запропоновано ієрархічний класифікатор таких чинників. Обґрунтовано напрями досліджень щодо підвищення рівня екологічної безпеки при експлуатації поршневих двигунів з високим ступенем фізичного зносу, а саме технологічних рішень зі зниження викиду твердих частинок з потоком відпрацьованих газів. На базі виконаного аналізу техніко-економічних показників рішень фірм Bosch, Engelhard, Econix, DCL і Johnson Matthey та ін. дисертантом запропоновано класифікації способів та засобів зниження токсичності відпрацьованих газів дизелів шляхом їх очищення від твердих частинок та процесу регенерації фільтрів твердих частинок дизельних двигунів. На основі критичного аналізу даних літературного пошуку сформульовано мету, завдання і перелік задач дисертаційної роботи.

Другий розділ дисертаційної роботи (стор. 143 – 184) присвячений результатам системного аналізу існуючих підходів до комплексного оцінювання рівня техногенного впливу енергоустановок з поршнеvim двигуном, на ат атмосферного повітря. Запропоновано класифікацію критеріїв для оцінювання рівня екологічної безпеки при експлуатації енергоустановок з поршнеvim двигуном, у якій класифіковані об'єкти розділено за ознакою виду джерела вихідних даних для оцінювання на внутрішні, зовнішні, реципієнтні та універсальні, а у історичній

ретроспективі підходи до критеріального оцінювання розділено на покоління. Відповідно до цього виконано порівняльний апаратів комплексного паливно-екологічного критерію K_{fe} , індексу еколого-хімічної оцінки, індексів Air Quality Index та ERoEI Index, узагальненої функції бажаності, а також стандартизованої методики з Правил ЄЕК ООН R-49. Базуючись на результатах порівняльного аналізу придатності розглянутих критеріальних апаратів для надання оцінки показникам рівня екологічної безпеки при експлуатації енергоустановок, оснащених поршневыми двигунами з високим ступенем фізичного зносу, дисертантом запропоновано інтегративний принцип оцінювання вказаного рівня і побудований на його основі показник D_{RICE} , що містить критерій K_{fe} у структурі як окремий чинник.

Третій розділ роботи (стор. 185 – 244) присвячено розробці систем комплексної оцінки рівня екологічної безпеки при експлуатації енергоустановок, оснащених поршневим двигуном, що дозволяє врахувати аспекти функціонування двигунів з високим ступенем фізичного зносу. Запропонований дисертантом індикатор екобезпеки роботи поршневих двигунів Ω_{RICE} враховує інтегративні показники екологічної якості, що оцінюють окремо рівень екологічної якості функціонування самого поршневого двигуна та технології захисту довкілля. Описаний підхід до критеріального оцінювання дозволяє побудувати узгоджену систему управління рівнем екологічної безпеки при експлуатації енергоустановки з урахуванням вимог чинного екологічного законодавства. У розділі запропоновано підхід до визначення вагомості витрат моторного палива як чинника екологічної небезпеки.

Четвертий розділ дисертації (стор. 245 – 276) містить результати розробки науково-методологічних основ системи управління екологічною безпекою при безаварійній експлуатації енергоустановок з поршневим двигуном з прийняттям до уваги аспектів їх технічного стану на розглянутому етапі життєвого циклу. Дисертантом розроблено систему управління, яка складається з чотирьох етапів, які реалізуються послідовно

один за одним, та містить гілку зворотного зв'язку. Суттю першого етапу є оцінювання показників рівня екологічної безпеки при експлуатації аналізованого типу технічних об'єктів з метою отримання вихідних даних і обґрунтування розробки (на другому етапі) і впровадження (на третьому етапі) елементів технології захисту довкілля, а на останньому четвертому етапі виконується оцінювання ефективності функціонування самої технології захисту, а разом з нею і всієї системи управління. Така інформація використовується для формування управляючого імпульсу в гілці зворотного зв'язку системи управління. З метою здійснення формалізації рішення задач усіх складових системи управління надано опис їх функцій вербально-логічними формулами. При цьому сформульовано концепцію побудови та застосування критерію ефективності функціонування системи управління як основи для практичної реалізації її четвертого етапу та вказано у ній ієрархічне місце інтегративного показника D_{RICE} . Надано результати розробки системи моніторингу показників екологічної безпеки атмосферного повітря як складової системи контролю ефективності функціонування системи управління.

П'ятий розділ дисертаційної роботи (стор. 277 – 328) присвячено практичній реалізації комплексних систем технологічних рішень і оцінювання рівня екологічної безпеки. Автором здійснено удосконалення системи очищення відпрацьованих газів від твердих частинок для виконання законодавчо встановлених обмежень у відповідності з вимогами чинного рівня EURO Правил ЄЕК ООН. Викладено результати побудови і застосування комплексу математичних моделей роботи вдосконаленого фільтра твердих частинок, побудовані на основі даних стендових моторних випробувань. Результати розрахунків за вказаними функціями застосовано у якості вихідних даних при критеріальному оцінюванні. Розроблено індекс ефективності функціонування фільтра I_{DFE} у якості єдиної цільової функції характеристики екологічної ефективності його роботи, що формує величину індексу ефективності функціонування технології захисту I_{EPT} , та описано результати практич-

ного застосування розробленого індексу I_{DPE} .

У шостому розділі дисертаційної роботи (стор. 329 - 358) викладені їх результати практичної реалізації запропонованої дисертантом комплексної системи управління екологічно безпечною безаварійною експлуатацією енергоустановок, оснащених поршневим двигуном з високим рівнем фізичного зносу. Дисертантом запропоновано алгоритм для управління рівнем екологічної безпеки при експлуатації енергоустановок, що не відповідають чинним вимогам природоохоронного законодавства України і не можуть бути виведеними з експлуатації. Для здійснення практичної реалізації запропонованого алгоритму для енергоустановок, оснащених поршневим двигуном з високим ступенем фізичного зносу, що втратили складові технології захисту навколишнього середовища, дисертантом розроблено відповідну технологію захисту. Описано результати отримання для синергетичного ефекту щодо покращення рівня екологічної безпеки при експлуатації досліджуваних одиниць техніки, що засновано на результатах взаємоузгодженої роботи декількох ланцюгів зі виконавчих пристроїв запропонованої технології захисту, у яких здійснюється охолодження, очищення і рециркуляції відпрацьованих газів, забезпечується використання моторного палива біологічного походження, утилізація теплової енергії, а також завдяки раціоналізації структури моделі експлуатації. Ефективність роботи розробленої технології захисту навколишнього середовища зростає приблизно у 1,60 разів у випадку практичної реалізації побудованих синергетичних ланок. Розроблено схема системи моніторингу роботи системи управління екологічною безпекою процесу експлуатації енергоустановок, оснащених поршневим двигуном з високим ступенем фізичного зносу і обмеженою елементною базою системи управління та запропоновано періодичність здійснення такого моніторингу відповідно до особливостей діаграми життєвого циклу одиниць такої техніки.

Висновки достатньо детально та логічно відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного

дослідження, які достатньо повно характеризують науково-практичні досягнення дисертанта.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ № 40 від 12 листопада 2017 року. Мова і стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Повнота викладення результатів дисертації в наукових фахових виданнях.

Основні наукові результати дисертаційного дослідження опубліковано у 70 друкованих працях, з яких: 5 монографій, 31 стаття у наукових фахових виданнях України (з яких 4 входять до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 10 одноосібно); 7 статей у наукових виданнях України (з яких 1 одноосібно); 3 статті у наукових виданнях Республіки Білорусь та Республіки Казахстан та 24 наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертаційної роботи.

Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Варто відзначити достатність і послідовність оприлюднення основних результатів. Матеріали дисертації доповідались та обговорювались на профільних конференціях з екологічної безпеки міжнародного та всеукраїнського рівнів.

Шляхи використання наукових і практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації.

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи пройшли впровадження у виробничій діяльності ТОВ «Виробничо-комерційне підприємство «Харківський насосний завод» (м. Харків) (акт про впровадження від 11.12.2020 р.); у господарчій діяльності ТОВ «Армко-Інжинірінг» (м. Київ) (акт про впровадження від 24.11.2020 р.); у навчальному процесі кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища факультету техногенно-екологічної безпеки Національного університету цивільно-

го захисту України (м. Харків) (довідка про використання від 19.11.2020 р.) та в науково-дослідній діяльності відділу водневої енергетики Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України (м. Харків) (довідка про використання від 12.01.2021 р.).

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату відповідає розділам дисертації та її основним положенням.

Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека. Наведені результати визначають технічне спрямування дисертаційної роботи.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.

По тексті автореферату та дисертації є такі зауваження.

1. Здобувач не обґрунтував, чому він розглядає тільки двигуни, які працюють на дизельному паливі.

2. При класифікації систем комплексного очищення відпрацьованих газів (рис. 1 автореферату та рис. 1.7 дисертаційної роботи) здобувач розглядає методи очищення від твердих та газоподібних забруднюючих речовин, тому, на мій погляд, більш правильно буде говорити про очищення не тільки від твердих частинок, а від всіх забруднювачів, які містяться у викидах двигунів. На цих же рисунках помилка в рівні 7 – два рази наведені адсорбційні властивості фільтрувального матеріалу.

3. По тексті дисертації автор робить акцент на двигуни з високим рівнем фізичного зносу, але не приведені критерії поняття «високий рівень фізичного зносу», це пробіг, термін експлуатації? Немає порівняння по складу викидів, конструкціях фільтрів такого обладнання.

4. Чим пояснюється мінімальне значення критерію K_{fe} у цьому режимі роботи двигуна (рис. 2.15 а, стор. 181 дисертації)?

5. На стор. 193 дисертації автор використовує коефіцієнт f , який характеризує розсіювання відпрацьованих газів в атмосфері. Як при цьому враховуються фізичні характеристики забруднювача (тверда частинка чи газоподібна забруднююча речовина)?

6. Чи розроблене програмне забезпечення для системи управління екологічною безпекою експлуатації ПДВЗ?

7. Чи оцінював автор, наскільки ускладнює конструкцію та збільшує вартість фільтра (стор. 325) охолодження газового потоку? До якої температури охолоджуються відпрацьовані гази?

8. По тексті дисертації зустрічаються описки та неточності.

9. В авторефераті в списку опублікованих праць за темою дисертації не зазначено особистий внесок здобувача у публікаціях, виконаних в співавторстві

10. У тексті рукопису дисертації та автореферату наявна значна кількість абревіатур, що ускладнює сприйняття викладеної інформації.

Вказані недоліки не впливають на обґрунтованість положень наукової новизни та позитивний характер одержаних у роботі наукових результатів, висновків і практичних рекомендацій.

Загальний висновок

У цілому робота Кондратенка Олександра Миколайовича виконана на рівні вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук у відповідності до пп. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015 р. і № 1159 від 30.12.2015 р. Дисертація є завершеною науковою працею, що присвячена вирішенню проблеми захисту атмосферного повітря при експлуатації енергоустановок, практичне

впровадження якої дозволить забезпечити достатній рівень ефективності реалізації комплексу процесів оцінювання та діагностики стану атмосферного повітря та технологічних рішень із забезпечення екологічної безпеки.

На основі вищезазначеного можна зробити висновок, що Кондратенко Олександр Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
професор кафедри екології
та природоохоронних технологій
Сумського державного університету,
доктор технічних наук, доцент



Л. Л. Гурець

Підпис Гурець Л.Л. **ЗАСВІДЧУЮ:**

Декан факультету ТеСЕТ

О.Г. Гусак

