

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Ведь Олени Валеріївни
«Оцінка екологічності процесів очищення газових сумішей на базі
комплексної моделі каталітичного перетворювача»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних
наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами.

На сьогодні європейська політика відносно підтримки якості атмосферного повітря на безпечному для здоров'я населення рівні, спрямована на його покращення за рахунок загального скорочення об'ємів викидів забруднюючих речовин. Україна, яка є стороною ряду міжнародних угод та знаходиться на шляху вступу до ЄС, також прийняла на себе зобов'язання щодо здійснення заходів, які спрямовані на запобігання негативного для здоров'я населення та довкілля забруднення атмосферного повітря. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є промислові підприємства. Ситуація ускладнюється тим, що понад 80 % промислових підприємств країни розташовано в населених пунктах, де на обмеженій території сконцентровані підприємства різних класів небезпеки, часто вкраплені в житлові масиви, де дія викидів промислових підприємств підсилюється забруднюючими речовинами, які надходять від автотранспорту.

Цим і підкреслюється актуальність дисертаційної роботи Ведь О.В., яка спрямована на розробку попереджувальних заходів щодо зменшення рівня небезпечності вихідних газів завдяки впровадженню сучасних комп'ютерно-технологічних рішень, є актуальною задачею.

Актуальність теми дисертаційного дослідження у достатній мірі обґрунтована дисертантом у роботі та авторефераті і підтверджується тим, що дисертаційна робота виконувалась відповідно до тематики науково-дослідних робіт Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», зокрема з виконання держбюджетних тем «Теоретичні основи

Відгук
науковий секретар
вченої ради
національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
5 червня 2020 року
№ 55.051.04
А. В. Адамів

енергозберігаючої інтеграції процесів та технології зменшення шкідливих викидів для промислових підприємств» (номер державної реєстрації 0103U001521); НДР «Создание теоретических основ нормирования потребления энергоресурсов и уменьшения газовых выбросов методом интеграции процессов» (номер державної реєстрації М 4418 № 0109 U002404); НДР «Создание теоретических основ логистики энергоэффективности и ресурсосбережения для обеспечения энергетической и экологической безопасности промышленных комплексов с химико-технологическими системами» (номер державної реєстрації М 4419 № 0112U000409); договірної роботи № 44526 за темою «Разработка методов синтеза сложных теплоэнергетических систем и создание материалов-носителей катализаторов с заданными физическими свойствами», замовник ТОВ «Науково-дослідний інститут «Казахстан инжиниринг» м. Астана, Республіка Казахстан; договірної роботи № 44615 за темою «Создание интегрированных технологий производственных комплексов Республики Казахстан для обеспечения их энергоресурсоэффективности и экологической безопасности» для ТОВ «Research & Development центр «Казахстан инжиниринг» м. Астана, Республіка Казахстан; господарськодоговірної роботи «Создание интегрированных технологий производственных комплексов Республики Казахстан для обеспечения их энергоресурсоэффективности и экологической безопасности» відповідно до міжнародного проекту DISKNET – «Distributed Knowledge-Based Energy Saving» за контрактом № FP7 – PEOPLE 2011-IRSES-294933.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

В дисертаційній роботі використовувались теоретичні і експериментальні методи досліджень. Достовірність результатів забезпечено використанням ефективних методів досліджень сучасного устаткування, програмного забезпечення. Лабораторні дослідження у роботі проводилися із застосуванням експериментального стенду для вивчення кінетичних та газодинамічних

параметрів каталітичних процесів очищення газів. Обробка експериментальних даних і чисельне моделювання побудованих математичних моделей здійснено за допомогою комп'ютерних технологій на базі програмних комплексів: EXCEL 2018, MATLAB R2018, STATISTICA 6.1, CANTERA, PYTHON 3.7, COREL DRAW X8, VISIO 2018.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

- **уперше** розроблена трирівнева математична модель опису каталітичного перетворення багатокомпонентної шкідливої газової суміші на поверхні та в об'ємі каталітичного носія;

- **уперше** запропонована комплексна система дослідження кінетики перебігу каталітичних процесів у розробленому перетворювачі з нейтралізації екологічно небезпечних газових домішок атмосферного повітря за блочним принципом організації внутрішнього його середовища, що дозволило оптимізувати конструкцію перетворювача відповідно до умов роботи та знизити вміст домішок до 70 % у порівнянні з викидами від штатного каталітичного устаткування на підставі прогностичних розрахунків щодо ефективності перебігу каталізу;

- **уперше** отримані нові експериментальні та розрахункові результати з контролю умов перетворення екологічно небезпечних викидів на основі розробленого математично-програмного забезпечення відповідно до комплексної трирівневої моделі каталізу для підвищення рівня екобезпеки транспорту, промислових підприємств і переробки відходів;

- **отримали подальший** розвиток математичні моделі фізико-хімічних процесів у перетворювачі небезпечних домішок викидів при контролі системи «вхідна суміш – процеси формування приповерхневого шару над каталізатором – каталіз в об'ємі носія – вихідна екобезпечна газова суміш», що дозволило комплексно узгоджувати перебіг каталізу та створення умов його ініціювання в об'ємі перетворювача й досягнути фактично рівня 99 % нейтралізації екологічно небезпечних речовин;

– з метою зниження техногенного навантаження на атмосферне повітря від викидів шкідливих домішок **удосконалено** моделі опису базових процесів їх перетворення з урахуванням потреб розв'язку задач оптимального проектування конструкції каталітичних перетворювачів, що дозволило знизити витрати до 30 % від вартості закордонних аналогів

Практичне значення одержаних результатів.

у роботі на підставі прогнозно-розрахункових результатів показників каталітичних процесів у перетворювачах із захисту атмосферного повітря завдяки розробленому комплексу математичних моделей та комп'ютерних програм досягається більш високий рівень практичності для прийняття ефективних організаційних і управлінських рішень щодо застосування дієвих заходів із підвищення ступеню екологічної безпеки в техногенно навантажених урбоекосистемах.

За результатами дисертаційних досліджень отримано два патенти України.

Відповідно до розроблених математичних моделей створено комп'ютерні програми для чисельного моделювання та візуалізації каталітичних процесів на поверхні каталітичного носія.

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес кафедри хімічної техніки та промислової екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», що підтверджується актами впровадження.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 250 сторінок, з яких 150 сторінок основного тексту. Дисертаційна робота містить 30 рисунків і 3 таблиці, 181 найменування у списку використаних джерел на 15 сторінках та 8 додатків на 63 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету та завдання роботи, визначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, наведено дані про особистий внесок

здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру й обсяг дисертаційної роботи.

У першому розділі надано огляд та системний аналіз методів і засобів очищення відхідних сумішей від забруднюючих речовин; переваг застосування каталітичного очищення випускних газів від забруднювачів атмосферного повітря; техніко-технологічних засобів реалізації каталітичних процесів, математичних моделей процесів нейтралізації домішок у каталітичних перетворювачах. На підставі визначених недоліків наданих методів та моделей каталізу обґрунтовано необхідність розробки оцінка екологічності процесів очищення газових сумішей на базі комплексної моделі каталітичного перетворювача що становило завдання даної дисертаційної роботи.

Зроблено висновок, що у науковій літературі простежується еволюційний шлях надання моделей каталітичного знешкодження екологічно небезпечних домішок від одномаршрутного опису процесів до тримаршрутного комплексного подання каталізу. Комплексний опис у цілому процесу каталізу, повнота та точність відображення нейтралізації за об'ємом перетворювача дозволить створити умови керованого каталітичного процесу на базі розробленої комплексної блочно-рівневої математичної моделі каталізу, що забезпечить розв'язання основної задачі з підвищення рівня екологічної безпеки атмосферного повітря шляхом оперативного контролю якості вихідного потоку після каталітичного пристрою.

У другому розділі надано характеристику експериментальної стендової установки дослідження процесів нейтралізації екологічно небезпечних домішок газових сумішей, утворених під час роботи двигуна із іскровим запалюванням та сміттєпереробного устаткування.

За результатами експериментів визначено за необхідне комплексно враховувати нейтралізацію екологічно-небезпечних домішок: на поверхні твердого носія, у внутрішньому об'ємі каталізатора та на виході з носія екологічно безпечної газової суміші

Визначені методи моделювання процесу каталізу на твердому носії, види базових рівнянь дозволили надати комплексний опис системи «приповерхневий шар – поверхня носія – внутрішній простір каталізатора». Для цього застосовано фундаментальні рівняння дифузійних явищ, що використані надалі для опису тепло- та масоперенесення у потоці газової суміші. У розділі проаналізовано базові математичні описи динамічних процесів сорбції-десорбції у приповерхневому шарі та в об'ємі носія.

Надано визначення комплексної системи дослідження системи перетворень екологічно небезпечних домішок запроваджена експериментально-методична база моделювання процесів каталізу у перетворювачах екологічно небезпечних викидів в атмосферне повітря.

Третій розділ присвячений створенню моделі трирівневого опису каталітичної системи очищення газових потоків від забруднювальних речовин. Перший рівень опису відноситься до визначення особливостей кінетики адсорбції і хемосорбції молекул газової суміші на поверхні певного каталітичного носія у запропонованому перетворювачі, тобто враховуються співвідношення між природою інгредієнтів потоку та поверхні каталізатора, умов активізації сорбційних центрів на поверхні. Другий рівень описує процеси гідрогазодинаміки прикордонних шарів – гідродинамічного, теплового, дифузійного. У моделі пропонується врахувати особливості гідродинаміки наближення потоку до поверхні та властивості температурного поля у дифузійних прикордонних шарах, зміни під час проходження потоку вздовж каталітичної поверхні. Третій рівень стосується безпосередньо визначення результатів каталітичного перетворення шкідливих домішок газової суміші у внутрішньому середовищі каталітичного блоку перетворювача. Для забезпечення цілісності моделі каталізу речовин небезпечної газової суміші передбачено врахувати наслідковий характер опису параметрів каталітичної нейтралізації, тобто надані змістовно узгоджені рівні активізації процесу каталізу, його перебіг і ефективне закінчення, враховано зв'язок між

особливостями перебігу процесів і характеристиками конструкції каталітичного перетворювача.

Отже, у результаті проведених аналітичних дослідів автором дисертації запропоновано використовувати модель комплексного опису процесів каталітичного перетворення, яка дозволяє контролювати дотримання вимог екологічної безпеки за рахунок отримання прогностичних результатів перебігу процесу нейтралізації екологічно небезпечних домішок.

У четвертому розділі запропонована модель блочної структури перебігу процесів трирівневого каталізу за об'ємом запропонованого каталізатора з очищення багатокомпонентної суміші від екологічно небезпечних домішок; надано аналіз змін стану газової суміші за рухом до поверхні носія та середовища біля виходу її з поверхні носія.

Автором дисертації надана блочно-рівнева математична модель з визначення умов контролю ефективного перетворювання за прогностичними обчисленнями концентрації, температури, керуючої швидкості дифузійного потоку в об'ємі каталітичного перетворювача, яка дозволяє вчасно регулювати умови підтримки параметрів каталізу та забезпечує зниження техногенного навантаження на атмосферне повітря.

У п'ятому розділі надано результати практичного використання трирівневої моделі та експериментальне підтвердження її ефективності у вигляді розробленого аналітично-програмного комплексу з контролю екологічної безпеки на виході газової суміші з очисного устаткування. Прикладом нейтралізації шкідливих домішок викидів обрано конверсію на металевому каталітичному носії CO у CO₂, що входять до складу випускної небезпечної газової суміші, утвореної у результаті роботи двох різномасштабних об'єктів: автомобільного двигуна з іскровим запалюванням та обладнання зі спалювання відходів на сміттєпереробному комплексі МПК-300.

Розроблена автором дисертації модель блочно-рівневої структури каталізу на відміну від попередніх модельних описів процесів каталітичної переробки газових сумішей надає додаткове визначення температурного дрейфу

теплофізичних і дифузійних характеристик суміші, теплообміну і масообміну у просторі пор каталітичного об'єму, розглядає наявність двох ділянок течії суміші, а саме нестабілізованої та стабілізованої. Це дозволило на практиці підвищити рівень екологічної безпеки роботи системи очищення випускних газів двигунів з іскровим запалюванням та МПК-300 під час застосування перетворювача удосконаленої конструкції.

У загальних висновках визначені основні наукові та теоретично-практичні результати дисертаційної роботи, новизна отриманих розробок, відзначено доцільність і актуальність з погляду підвищення рівня екологічної та захисту атмосферного повітря.

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 наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Основні положення дисертаційного дослідження опубліковано у 30 наукових працях, з яких 8 статей у наукових фахових виданнях з переліку МОН України, 5 статей у закордонних наукових виданнях, що індексуються наукометричними базами даних, 15 тез доповідей у матеріалах конференцій, одержано патент на корисну модель та патент на винахід.

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

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Варто відзначити достатність оприлюднення основних результатів. Матеріали дисертації доповідались та обговорювались на 15 конференціях міжнародного та всеукраїнського рівнів.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і повно відображає основні її науково-практичні результати, що отримані здобувачем.

За матеріалами дисертаційної роботи й автореферату зроблені такі зауваження:

1. Не зрозуміло, навіщо автор на рисунку 1.1 «Класифікація методів та засобів знешкодження домішок шкідливих газових викидів» (стор. 32) наводить методи пиловловлення, адже в дисертації розглядається очищення від газоподібних ЗР.

2. Автором недостатньо обґрунтовані переваги вибраного методу очищення газів, для порівняння крім ефективності доцільно навести і інші критерії (наприклад, економічні).

3. У висновках до першого розділу автор пише про розгляд методів очищення викидів автомобільного транспорту. Цього в розділі немає.

4. У ході дослідження процесів каталітичного очищення випускних газів (Розділ 3) розглядається окислення CO до CO₂. Як буде працювати модель нейтралізації при очищенні газів від інших ЗР?

5. В математичній моделі процесу використовуються класичні рівняння гідродинаміки, перенесення тепла, як ці рівняння буди адаптовані для опису процесу?

6. Рисунки 5.2, 5.3, 5.4 (стор. 163 -165) не інформативні, їх краще навести в додатках.

7. На рисунках 5.5 «Дослідження концентраційних змін CO на активних центрах носія протягом каталізу» та 5.6 «Дослідження змін вмісту CO₂ в межах температурного режиму каталітичного перетворення» велика розбіжність для експериментальних та розрахункових даних. Яка адекватність моделі? Чи визначався діапазон, в якому модель працює?

8. Не зрозуміло, навіщо в додатку Б стор. 201 рисунок Б.1.4 «Порівняльний аналіз методів утилізації ТПВ»

9. По тексту дисертації автор застосовує некоректні вирази «екологічно отруйні речовини» «техногенні домішки» «екологічно шкідливі речовини». Доцільніше використовувати термін «забруднювальна речовина».

10. По тексту дисертації зустрічаються описки та помилки.

Приведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації і не принижують наукової новизни одержаних результатів.

Загальні висновки

У цілому робота Ведь Олени Валеріївни виконана на рівні вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук у відповідності до п.п. 11 та 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567. Дисертація є завершеною науковою працею, яка вирішує важливу задачу підвищення рівня екологічної безпеки атмосферного повітря при удосконаленні каталітичних газоочисних процесів.

На основі вищезазначеного можна зробити висновок, що Ведь Олена Валеріївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент
доцент кафедри прикладної екології
Сумського державного університету,
доктор технічних наук, доцент



Л. Л. Гурець

Підпис Гурець Л.Л. ЗАСВІДЧУЮ:

Декан факультету ТеСЕТ

