

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Ніжник Наталії Андріївни

на тему: «Зниження утворення оксидів азоту при спалюванні метану з додаванням водневих розчинів»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 – Електрична інженерія

за спеціальністю 144 – Теплоенергетика

Актуальність теми дисертації.

В ЄС використання водню визначено одним з можливих напрямів для забезпечення переходу енергетичного сектора ЄС до екологічно чистого, сталого розвитку. Підвищення енергоефективності, енергозбереження та декарбонізації економіки може бути реалізовано через впровадження технологій, що пов'язані із застосуванням водню. Проте на шляху до практичної реалізації використання водню є бар'єри, що пов'язані з відмінними характеристиками водню від традиційних видів палива, що використовуються у існуючих котлоагрегатах наприклад природного газу.

В дисертаційній роботі запропоновано спосіб використання водню для утворення синтетичного метану, який сприятиме декарбонізації енергетики. Однак, при спалюванні суміші метану і водню необхідно забезпечити умови, при яких рівень виходу оксидів азоту не перевищуватиме допустимі норми. З огляду на це тема дисертаційної роботи, спрямована на зниження емісії оксидів азоту при використанні як палива метано-водневих сумішей, є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Достовірність отриманих наукових результатів забезпечується коректною постановкою задач дослідження, застосуванням сучасних методів експериментальних досліджень, обробки і узагальнення результатів.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- показано, що при спалюванні метано-водневих сумішей при температурах понад 800 °С ще присутній вагомий вплив кінетичного механізму утворення монооксиду азоту (NO_{prot}). Експериментально показано, що у різних перерізах фронту полум'я цей вплив різний за характером;
- показано, що залежність інтенсивності доокислення NO в NO_2 від концентрації перекису водню має свій екстремум;
- Показано, що збільшення концентрації розчину H_2O_2 від нуля до 30% призводило до збільшення рівня температур, в тому числі за рахунок догорання CO , а також до збільшення сумарного утворення оксидів азоту на 35-45%;

та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріали дисертації розміщено послідовно з використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг дисертації 181 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми досліджень, сформульовано мету та завдання дослідження, наведено дані про зв'язок роботи з науковими програмами, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Надано дані про особистий внесок здобувачки та перелік публікацій.

У першому розділі проведено огляд літературних даних за тематикою досліджень. Показано пріоритетність розвитку водневих технологій та описано проблематику, яка пов'язана з використанням водню як палива на наявному котельному обладнанні. Проведено аналіз сучасних уявлень про природу азотних сполук, механізмів утворення оксидів азоту, методів зниження їх емісії.

У другому розділі проаналізовано теоретичні основи впливу водню на процес спалювання вуглецевого палива, а також процеси та параметри, які впливають на ефективність спалювання вуглецевого палива. Визначено, що «кінетичний» механізм утворення NO вивчений недостатньо, але саме він має значний вплив на процеси у невеликих спалювальних установках.

У третьому розділі описано експериментальну установку та методики, використані для досліджень зміни концентрацій монооксиду та діоксиду азоту і локальних температур у фронті полум'я від вмісту водню у суміші, що спалюється.

У четвертому розділі досліджено вплив введення крапельної вологи та перекису водню різної концентрації на процес горіння і утворення оксидів азоту, визначено умови доокиснення оксиду азоту в діоксид азоту, а також шляхи зниження емісії оксиду азоту.

У п'ятому розділі запропоновано спосіб використання водню на існуючому котельному обладнанні для систем централізованого теплопостачання міст.

В додатках наведено: інформацію про подану заявку патенту на винахід, короткий опис водневої стратегії, характеристики та повірки вимірювальних приладів, короткий опис двох теплогерел, на яких запропоновано спосіб використання водню, та відповідні Акти впровадження.

- процес горіння розглядався в цій роботі як трикомпонентна реакція, що окрім палива та окисника, включає водяну пару, яка наявна у вигляді вологи в атмосферному повітрі.

По результатам проведення комплексу експериментальних досліджень запропоновано спосіб використання водню для отримання синтетичного метану у замкнутій схемі виробництва теплової енергії на існуючих теплоджерелах, що дає змогу експлуатувати котельне обладнання без зміни його конструктивних елементів. Спосіб затверджений до впровадження рішеннями сесій відповідних міських рад (отримано Акти впровадження науково-технічних рішень) на двох теплоджерелах м. Києва та м. Одеси.

Наукові дослідження були виконані здобувачкою у лабораторії ТФПК відділу ТПСТ ІТТФ НАН України в рамках наукових досліджень наступних тем та договорів: НДР 1.7.1.873 «Розроблення методів і обладнання для підвищення енергоекологічних характеристик котлоагрегатів комунальної енергетики потужністю 3,15 - 30 МВт відповідно до вимог Директив ЄС» (№ДР 0115U002605); КПКВК 6451230 «Підвищення ефективності спалювання штучних палив з твердих побутових відходів і біомаси в когенераційних установках шляхом використання водню, кисню, синтетичного та біометану для забезпечення енергетичної безпеки України»; Господарчий Договір № 495 від 01.12.2019 р. на надання послуг з розроблення «Схеми теплопостачання м. Києва на період до 2030 року; Господарчий Договір №496 від 01.07.2020 р. на надання послуг з «Розроблення та затвердження у встановленому законодавством порядку схеми теплопостачання м. Одеси».

Отже, поставлене завдання в дисертаційній роботі по дослідженню процесів горіння метано-водневих сумішей та аналізу чинників, що впливають на утворення оксидів азоту в цих технологічних процесах, а також напрямів наближення рівнів їх емісії до умов «Водневого ХАБу» виконано повністю.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Ніжник Н.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 144–Теплоенергетика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми ІТТФ НАН України зі спеціальності 144 Теплоенергетика.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям збереження природних ресурсів та навколишнього середовища.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Ніжник Наталії Андріївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 29 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті представлені у виданнях, які включено до міжнародних наукометричних баз даних *Scopus* та *Web of Science*; 2 статті у наукових спеціалізованих виданнях України, перелік яких затверджено МОН України; 1 стаття в колективній монографії закордонного видання, 1 стаття у наукових виданнях України, 1 заявка патенту України на винахід. Також результати дисертації були апробовані на 6 наукових фахових конференціях.

Усі публікації розкривають наукові здобутки, отримані під час роботи над дисертацією, та мають вагомий особистий внесок. Отже, наукові результати описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У Розділі 1, на стор. 58 рисунок 1.4.1 поганої якості, те саме стосується рис. 1.4.2, на стор. 60.
2. Розрахунки з розділу 3.3 (що стосуються оцінки похибки вимірювань), на стор. 118-122 варто було винести в додатки, а у висновках 3-го розділу вказати значення величин абсолютної та відносної похибок.
3. Посилання на рисунки в текстовій частині бажано наводити разом з рисунками, так посилання на рисунки 4.1.1а та 4.1.1б, на стор. 124, а зображення рисунків приведені в дисертаційній роботі на стор.124, 125.
4. У роботі бажано було привести економічні розрахунки для розробленого способу використання водню, це б підкреслило вагомість роботи.
5. Більш доцільно було б замість виразу «водневі розчини» використовувати вираз «розчини перекису водню», що відповідає даним дисертаційної роботи.
6. У загальних висновках бажано було б додати, що як спосіб зниження емісії NO_x, в роботі запропоновано додавання до палива частки водню, збільшення якої призводить до зменшення у продуктах згоряння концентрації оксиду азоту і підвищення концентрацію діоксиду азоту, який при використанні контактних апаратів повністю розчиниться у воді, тоді як частка розчинення NO не перевищить 7%.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Ніжник Наталії Андріївни на тему: «Зниження утворення оксидів азоту при спалюванні метану з додаванням водневих розчинів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має суттєве значення для теплоенергетичної галузі. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 - 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувачка Ніжник Наталія Андріївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 – Електрична інженерія за спеціальністю 144 – Теплоенергетика.

Рецензент:

Пров. наук. співр. ІТТФ НАН України,
к.т.н., с.н.с.

Наталія МЕРАНОВА

