

## РЕФЕРАТ

### до наукової роботи «Підвищення рівня екологічної безпеки діяльності промислових підприємств та автотранспорту шляхом знешкодження газових викидів на інтерметалідних каталізаторах»

на здобуття щорічної премії Президента України для молодих вчених

*Автор роботи: Блоконь К.В.*

*Актуальність дослідження.* Техногенними джерелами забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю (II) ( $\text{CO}$ ) і вуглеводнями ( $\text{C}_m\text{H}_n$ ) є теплоелектростанції, двигуни внутрішнього згорання, підприємства хімічної, нафтохімічної і металургійної галузей промисловості. Значні обсяги, хімічні та біологічні властивості  $\text{CO}$  та  $\text{C}_m\text{H}_n$  в газових викидах зумовлюють підвищену екологічну небезпеку в районі об'єктів, де вони утворюються. Концентрація  $\text{CO}$  і  $\text{C}_m\text{H}_n$  у викидах багатьох зазначених джерел не відповідає встановленим нормативам газових викидів, тому вони є чинником інтенсивного погіршення якості атмосферного повітря. Забруднене оксидом вуглецю і вуглеводнями повітря шкідливо впливає на фауну, флору та здоров'я людини. Одним з найбільш ефективних методів захисту атмосферного повітря від забруднення оксидом вуглецю та вуглеводнями є впровадження перспективних безвідходних ресурсо- й енергозберігаючих технологічних процесів, що дозволяють уникнути або суттєво знизити викиди цих речовин в атмосферу. Але це не завжди технологічно можливо й економічно доцільно. Тому проблеми зниження викидів, що містять  $\text{CO}$  та  $\text{C}_m\text{H}_n$  повинні вирішуватись як шляхом удосконалення й інтенсифікації традиційних методів очищення газових викидів, так і шляхом використання нових альтернативних, екологічно та економічно ефективних методів. Одним з ефективних процесів знешкодження газових викидів від  $\text{CO}$  і  $\text{C}_m\text{H}_n$  є каталітичне окиснення. Посилення санітарних та екологічних норм змушує шукати нові ефективні та економічні каталізатори для знешкодження відхідних газів промислових підприємств та автотранспорту. Перспективним напрямком в цій галузі є розробка каталізаторів із заміною

благородних металів на інтерметалідні сполуки. Чисельні літературні дані свідчать про те, що формування каталізаторів на інтерметалідній основі сприяє збільшенню їх каталітичної активності та термічної стійкості. У зв'язку з цим, перспективним і актуальним напрямком є розробка каталізаторів на інтерметалідній основі для знешкодження техногенних забруднювачів. Вирішення цієї задачі дозволить знизити об'єм викидів, що містять CO та  $C_mH_n$ , у навколишнє природне середовище та підвищити їх екологічну безпеку.

*Метою роботи* є вдосконалення процесів знешкодження газових викидів промислових виробництв та автотранспорту, що містять оксид вуглецю і вуглеводні, для забезпечення якості атмосферного повітря та дотримання екологічних нормативів, установлених в Україні та світі. Для досягнення поставленої мети було вирішено такі завдання:

- здійснено оцінку ризику для здоров'я населення від впливу викидів промислових підприємств та автотранспорту, що містять оксид вуглецю і вуглеводні;
- встановлені екологічні показники вмісту оксиду вуглецю і вуглеводнів у викидах, здійснено моделювання розсіювання їх в повітрі;
- обґрунтовано необхідність розробки технічних рішень для підвищення екологічної безпеки викидів, що містять оксид вуглецю і вуглеводні, в зоні впливу промислових підприємств;
- розроблено технологію отримання каталітично активних інтерметалідних сплавів для окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів у викидах промислових підприємств та автотранспорту;
- теоретично обґрунтовано та експериментально розроблено склад каталізатора для знешкодження оксиду вуглецю та вуглеводнів, який забезпечує оптимальне поєднання показників каталітичних та фізико-механічних властивостей;
- теоретично обґрунтовано вибір кінетичних рівнянь та досліджено механізм реакцій окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів на каталізаторах;
- розроблено науково-технічні рішення для захисту атмосферного повітря

від викидів, що містять оксид вуглецю і вуглеводні, та здійснені їхні дослідно-промислові випробування на підприємстві.

Досягнення головної мети роботи та вирішення її завдань було здійснено шляхом розробки та застосування науково обґрунтованого підходу щодо проведення досліджень. На підставі розробки фізико-хімічних моделей структуроутворення інтерметалідних катализаторів у режимі теплового samozапалювання, дослідження теплофізичних характеристик процесу і їхнього впливу на кінетику формування структури і фазового складу інтерметалідних катализаторів виконано оптимізацію складів реакційних порошкових середовищ і процесу отримання інтерметалідних сплавів з оптимальними показниками каталітичних властивостей.

*Об'єкт дослідження* – інтерметалідні катализатори для знешкодження вуглецевмісних компонентів промислових підприємств та автотранспорту.

*Предмет дослідження* – екологічно безпечні процеси знешкодження газових викидів промислових виробництв та автотранспорту, що містять оксид вуглецю та вуглеводні.

*Методи дослідження* – методика оцінки ризиків для здоров'я населення; каталітичні методи з хроматографічним аналізом газової суміші, оптична та електронна мікроскопія, рентгенофазовий і мікрорентгеноспектральний аналіз; регресивний аналіз; фізичне моделювання і математична обробка результатів експериментів.

Дослідження відбувалося в два етапи. На першому етапі було здійснено моделювання розсіювання викидів, що містять оксид вуглецю та вуглеводні, в повітрі та оцінку ризику для здоров'я населення від їхнього впливу.

Для аналізу стану екологічної небезпеки викидів промислових підприємств та автотранспорту, що містять CO і C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, використовувалася методика оцінки ризику для здоров'я населення, розроблена Агентством з охорони довкілля США (EPA U.S.). Розрахунки ризиків для здоров'я населення здійснювали з урахуванням параметрів експозиції, зумовлених інгаляційним шляхом надходження забруднювальних речовин при селітебному сценарії дії.

Оцінку інгаляційних ризиків виконано при довічному і гострому періоді дії виробничих чинників окремо для канцерогенних і неканцерогенних ефектів. Оцінку ризику для здоров'я населення здійснювали в районі розташування підприємства ПрАТ «Український Графіт» (м. Запоріжжя) та у Заводському районі, де розташовані основні промислові підприємства міста Запоріжжя.

Розрахунок розсіювання викидів шкідливих речовин виконано з використанням програмного комплексу «ЕОЛ 2000», заснованого на «Методики розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах промислових підприємств» (ОНД-86) і рекомендованого до використання Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

На другому етапі використано повний комплекс методів дослідження з визначення структури, фізико-механічних та каталітичних властивостей матеріалів при виконанні експериментальних досліджень. Каталітичні та механічні властивості визначалися за стандартними методиками. Дослідження виконувалися у відповідності з існуючими стандартами на приладах і обладнанні, що пройшли метрологічний контроль.

У процесі виконання роботи отримано такі підсумкові *наукові висновки*:

1) Визначено, що концентрація оксиду вуглецю (II) та вуглеводнів у викидах багатьох промислових підприємств не відповідає встановленим нормативним показникам газових викидів, тому вони є чинником інтенсивного погіршення якості атмосферного повітря;

2) Теоретично обґрунтовано та експериментально доведено підвищення екологічної безпеки викидів шляхом каталітичного знешкодження оксиду вуглецю та вуглеводнів на інтерметалідних каталізаторах, що містять 25-30% нікелю, 8-10% кобальту, 10-12% марганцю і 1-3% міді. Запропоновано технічні заходи щодо мінімізації викидів оксиду вуглецю та вуглеводнів у навколишнє природне середовище та підвищення їхньої екологічної безпеки;

3) Досліджено та встановлено оптимальні кінетичні параметри процесу окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів на інтерметалідних каталізаторах.

Визначено константи швидкостей реакцій та енергії активації для забезпечення показників експлуатації каталітичних систем знешкодження газових викидів у навколишнє природне середовище;

4) Уперше встановлено, що для підвищення каталітичних властивостей каталізаторів знешкодження оксиду вуглецю та вуглеводнів, необхідно їхнє додаткове легування марганцем, яке забезпечить зростання пористості матеріалу на 5-10% об., у результаті збільшення об'єму великих пор в 1,2-1,3 рази;

5) Уперше науково доведено, що формування каталізаторів в умовах теплового самозапалювання та додаткове легування їх міддю зумовлює утворення сильних зв'язків між зернами в каталізаторі, що викликає підвищення межі міцності каталізатора в 1,5 рази та терміну його служби в системах очищення газів;

6) Досягнуто підвищення активності інтерметалідного каталізатора в 1,3-1,4 разів. Додаткове легування нікель-алюмінієвих сплавів Co, Mn і Cu дозволяє знизити температуру 100%-вої конверсії CO і  $C_mH_n$  на 50-80°C у порівнянні з вихідною системою.

*За результатами досліджень науково обґрунтовано та доведено:*

1) Здійснено оцінку техногенного ризику для здоров'я населення від впливу викидів підприємств з виробництва електродів. Установлено, що підвищений рівень ризику для здоров'я населення в зоні впливу підприємств з виробництва електродів зумовлений забрудненням атмосферного повітря викидами вуглеводнів: бензолу, бенз(а)пірену, нафталіну та фенолу. Визначено, що значення індексів небезпеки знаходяться на середньому рівні ( $HI = 1 \div 5$ ) і дорівнюють  $HI = 1,1 \div 3,8$ , внаслідок чого існує ризик виникнення захворювань органів дихання, зору, паренхіматозних органів, серцево-судинної, центральної нервової і імунної систем та природжених дефектів розвитку у особливо чутливих підгруп населення (людей похилого віку, вагітних жінок і дітей);

2) Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин у Заводському районі свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів при хронічному впливі для

всіх речовин, за виключенням сірковуглецю та оксиду вуглецю. Найбільший вклад вносить пил, формальдегід та сірководень, коефіцієнти цих речовин знаходяться на високому рівні та досягають значення до 7,6. У 2020 році відбувається зниження неканцерогенного ризику по всім речовинам, окрім формальдегіду.

3) Неканцерогенний ризик для здоров'я населення у Заводському районі збільшився у 2020 році, в порівнянні з 2010 роком, від дії формальдегіду у 2,6 разів, оксиду вуглецю у 2,5 разів, сірководню у 4,7 разів та сірковуглецю у 1,5 разів, ризик по іншим речовинам зменшився. Канцерогенний ризик для здоров'я населення при хронічному впливі від дії формальдегіду збільшився у 2020 році в порівнянні з 2010 роком у 1,12 разів.

4) Результати моделювання розсіювання забруднювальних речовин в атмосферному повітрі свідчать, що концентрації нафталіну, фенолу і оксиду вуглецю (II) у викидах підприємств з виробництва електродів з урахуванням фонових концентрацій перевищують санітарно-гігієнічні норми і складають відповідно 1,1 ГДК, 1,14 ГДК і 1,05 ГДК;

5) На основі модифікованої моделі Марса-Ван Кревелена отримані ефективні константи швидкостей реакцій та енергії активації. Доведено, що розроблений багатокомпонентний каталізатор має більш низьку ефективну енергію активації реакцій, а отже, він більш ефективно окиснює оксид вуглецю та вуглеводні. Для реакції окиснення оксиду вуглецю на каталізаторі складу Ni-Al-Co-Mn-Cu енергія активації становить  $E = 37,2$  кДж, що в 1,4 раза нижче енергії активації Ni-Al сплавів. Для реакції окиснення вуглеводнів на каталізаторі складу Ni-Al-Co-Mn-Cu  $E = 65,5$  кДж, що в 1,2 раза нижче енергії активації Ni-Al сплавів.

6) Визначено кінетичні характеристики процесів окислення CO і вуглеводнів на каталізаторі, отриманому вилуговуванням інтерметаліда NiAl<sub>3</sub>-CoAl<sub>3</sub> (80%-20%), при знешкодженні шкідливих компонентів викидів автотранспорту. Отримано залежності для розрахунку константи швидкості реакції окислення пропану та оксиду вуглецю. Енергія активації процесу

окислення пропану складає 2,5 МДж/моль·К, процесу окислення оксиду вуглецю – 0,8 МДж/моль·К.

7) Розраховано геометричні параметри каталітичного блоку для знешкодження шкідливих компонентів викидів автотранспорту. Довжина каталітичного блоку – 0,18 м, зовнішній діаметр – 0,092 м, внутрішній діаметр – 0,054 м. Товщина стінки каталітичного блоку 20 мм.

*Наукова новизна* роботи полягає в тому, що високотемпературний синтез інтерметалідних сполук Ni-Al в порошковій суміші чистих елементів в умовах теплового самоzapалювання при тепловому вибуху та мінімальному зовнішньому тиску на суміш, дозволяє отримати інтерметалідний продукт синтезу із малою дисперсністю і підвищеними каталітичними властивостями. При одній і тій же питомій поверхні каталітична активність такого продукту виявляється в 1,3-1,5 рази вище, ніж у комерційного каталізатора з таким же хімічним складом, отриманого пічним методом. Причина цього полягає в тому, що поверхня таких продуктів має морфологічні особливості (зростання пористості матеріалу на 5-10% об. у результаті збільшення об'єму великих пор в 1,2-1,3 рази, не змінюючи структуру дрібних капілярів), які сильно впливають на каталітичну активність. Отримано патент України на новий спосіб отримання інтерметалідних сплавів (Белоконь Ю.О., Белоконь К.В., Жеребцов О.А. Спосіб отримання інтерметалідного сплаву: пат. 133598 України, МПК (2006) C22C 1/04, C22C 14/00, C22C 21/00, B22F 3/08. № u2018 11820; заявл. 30.11.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. 7. 3 с.)

*Практичне значення одержаних результатів.* Розроблені матеріали на інтерметалідній основі було апробовано на підприємстві ПрАТ «Укрграфіт», з яким укладено договір про науково-технічне співробітництво. Рекомендовано впровадження розроблених каталізаторів в умовах виробництва ПрАТ «Укрграфіт» для знешкодження відхідних газів від печей випалювання та графітації. Аналіз результатів дослідно-промислових випробувань свідчить, що розроблений каталізатор має термін служби в 1,6-1,7 рази більший, ніж у відомого нікелевого каталізатора. Очікуваний економічний ефект від

впровадження розробленого інтерметалідного каталізатора становить 444,813 тис. грн за рахунок збільшення ступеня знешкодження оксиду вуглецю і вуглеводнів до 99,9% і, як наслідок, зменшення плати за викиди забруднювальних речовин в атмосферу (договір про співпрацю № 804/2080472/29 між ЗНУ та ПрАТ «Укрграфіт» від 21.09.2020 р., акт від 29.10.2020). Високий рівень каталітичних властивостей розроблених каталізаторів дозволяє їх рекомендувати для подальшого промислового використання на металургійних підприємствах м. Запоріжжя (договір про співпрацю № 89-с між ЗНУ та ДУ «Запорізький обласний лабораторний центр МОЗ України» від 20.10.2020 р., акт від 30.11.2020).

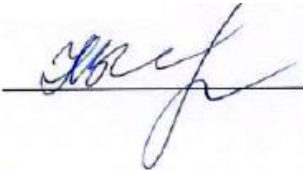
Використання складу для одержання каталізаторів окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів забезпечує в порівнянні з існуючим каталізатором такі переваги: збільшення каталітичної активності в 1,3-1,5 рази; збільшення питомої поверхні в 1,3 рази; спрощення технології отримання інтерметалідних каталізаторів і технологічного устаткування; практично повна безвідходність виробництва.

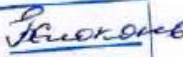
*Масштаби реалізації.* Розробка обґрунтованих пропозицій щодо напрямів модернізації технічних засобів процесу знешкодження газових викидів від оксиду вуглецю і вуглеводнів дозволила претенденту активно працювати в рамках виконання держбюджетних науково-дослідних робіт та науково-технічних робіт з ПрАТ «Укрграфіт». Протягом 2010-2020 рр. претендент виконала п'ять держбюджетних науково-дослідних робіт: «Отримання жароміцних сплавів на інтерметалідній основі в умовах саморозповсюджувального високотемпературного синтезу» (№ держ. реєстрації 0111U002176), «Розробка технології та організації промислового виробництва композиційних матеріалів, стійких в умовах дії високих температур та агресивних середовищ, для авіаційної та космічної техніки» (№ держ. реєстрації 0115U004839), «Розробка інтерметалідних сплавів на основі алюмінідів титану для деталей газотурбінних двигунів та авіаційно-космічної техніки» (№ держ. реєстрації 0116U007400), «Формування теплофізичних



властивостей елементів конструкції теплового захисту енергетичного обладнання шляхом створення прогнозованих пористих структур для різних областей промисловості України» (№ держ. реєстрації 0117U006455), «Розробка інтерметалідних каталізаторів для знешкодження вуглецевмісних компонентів газових викидів в атмосферу» (№ держ. реєстрації 0119U100588), що фінансувалися за рахунок державного бюджету.

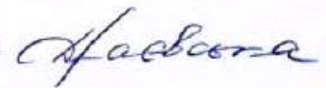
*Публікації.* Основні положення роботи і результати досліджень опубліковані претендентом у 80 наукових праць, з них 3 монографії, 2 розділи в колективних монографіях, 7 навчально-методичних посібників, 12 статей у наукометричній базі даних Scopus, 1 стаття у закордонному виданні, 16 статей у фахових виданнях України, 37 тез доповідей та 2 патенти України. Загальна кількість посилань на публікації авторів/h-індекс роботи згідно баз даних складає відповідно: Scopus– 37/4, Google Scholar – 85/5.

 К.В. Белоконь

Підпис   
засвідчую К.В.

НАЧАЛЬНИК  
ВІДДІЛУ КАДРІВ





## ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ПРЕТЕНДЕНТА ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

### *Монографії.*

1. Чейлитко О.А., **Белоконь К.В.**, Жеребцов О.А., Носов М.А. Формування пористих структур інтерметалідних каталізаторів : монографія. Запорізька державна інженерна академія. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 208 с. ISBN 978-617-7120-11-6.

2. **Белоконь К.В.** Розробка інтерметалідних каталізаторів для знешкодження вуглецевмісних компонентів газових викидів в атмосферу : монографія. Запоріжжя : ТОВ «Видавничий дім «Гельветика», 2019. 174 с. ISBN 978-966-916-976-1.

3. **Белоконь К.В.**, Тулушев Є.О. Аналіз впливу технологій промислових підприємств та автотранспорту на стан екологічної безпеки атмосферного повітря (на прикладі м. Запоріжжя). Запоріжжя : ВД «Гельветика», 2020. 230 с. ISBN 978-966-992-703-3.

4. **Белоконь К.В.**, Проскурнин О.А., Кирпичева І.В., Белоконь Ю.А. Определение оптимального состава интерметаллидного катализатора для окисления оксида углерода и углеводородов с использованием непараметрических статистических методов. Теплотехніка, енергетика та екологія в металургії : колективна монографія. У двох книгах. Книга друга. Під загальною редакцією д.т.н., проф. Ю.С. Пройдака. Дніпро : Нова ідеологія, 2017. С. 134-138.

5. **Belokon K.** Developing of polymetallic catalysts for neutralization of carbon-containing components of gas emissions from vehicles. В кн.: Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону. Київ: Інтерсервіс. 2021 С. 361-373.

### *Закордонні фахові видання, що індексуються в базах даних Scopus.*

6. Rumiantsev V., Yakubin N., **Belokon K.**, Matukhno E., Leventsova S. Ecological aspects of the neutralization of gas emissions leaving from the resin storehouse of Joint-stock company «Zaporozhskoks». *Metallurgical and Mining Industry*. 2015. № 7(4). P. 105-109.

7. **Belokon K.V.**, Belokon Yu.A., Kozhemyakin G.B., Matukhno E.V. Environmental assessment of the intermetallic catalysts utilization efficiency for deactivation of the pollutants emitted by electrode production enterprises. *Scientific bulletin of National mining university*. 2016. №3 (153). P. 87-94.

8. Belokon Yu., Zherebtsov A., **Belokon K.**, Fedchenok A. The investigation of physical-mechanical properties of intermetallic Ni-Al catalyst with nanostructure. *2017 IEEE International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF-2017)*. 2017. P. 299-302.

9. **Belokon K.**, Belokon Yu. The study of catalysts based on intermetallic NiAl alloys. *Ceramic Transactions*. 2018. Vol. 262. P. 219-225.

10. Sereda B., Belokon Y., **Belokon K.**, Krugljak I., Sereda D., Korobochka A. The formation of intermetallic catalysts porous structures. *Materials Science and Technology*. 2019. P. 1324-1328.

11. Sereda B., Belokon Y., **Belokon K.**, Kruglyak I., Sereda D. Modeling of the processes of obtaining porous materials under SHS conditions. *Materials Science and Technology*. 2019. P. 1331-1335.

12. Sereda B., Belokon Y., **Belokon K.**, Kruglyak D., Kruglyak I., Sereda D. Thermodynamics analysis of flowing for SHS-reactions in system Ni-Al alloys. *Materials Science and Technology*. 2019. P.1395-1400.

13. **Belokon K.**, Manidina Y., Fedchenok A., Matukhno E. Development of method for catalytic purification of carbon-containing components of gas emissions from industrial enterprises. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. 2019. Vol. 6. № 4. P. 545-552.

14. Matukhno E., **Belokon K.**, Shatokha V., Baranova T. Ecological aspects of sustainable development of metallurgical complex in Ukraine. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. 2019. Vol. 6. № 4. P. 671-679.

15. Shatokha V., Matukhno E., **Belokon K.**, Shmatkov G. Potential means to reduce CO<sub>2</sub> emissions of iron and steel industry in Ukraine using best available technologies. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 2020, 6(3). P. 451-462.

16. **Belokon K.**, Manidina Y., Fedchenok A., Banakh A., Mosiyevych L. The physical and mechanical properties of intermetallic catalysts for the neutralization of carbon-containing components of emission gases. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 2021, 8(1). P. 95-102.

17. **Belokon K.**, Pohrebennyk V., Sybir A., Manidina Y., Banakh A. Optimal composition of intermetallic catalyst for neutralization of carbon containing components of gas emissions. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 2021, 8(1). P. 79-86.

### *Закордонні видання.*

18. **Belokon K.**, Belokon Y., Matukhno E. Development of scientific and technical decisions for increasing environmental safety of cleaning processes from carbon-containing components of gas emissions. XIX International Scientific Conference «New Technologies and Achievements in Metallurgy, Material Engineering and Production Engineering», Collective Monograph, Nr 78, Czestochowa, 2018. P. 44-48.

#### **Фахові видання України.**

19. **Белоконь К.В.** Повышение экологической безопасности предприятий электродного производства путём каталитического обезвреживания газовых выбросов. *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. 2015. Вып. 70. С. 200-205.

20. **Белоконь К.В.** Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя викидами автотранспорту. *Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету (технічні науки)*. 2015. Випуск 2(27). С. 42-49.

21. Бобилев В.П., Матухно О.В., **Белоконь К.В.** Удосконалення методології визначення показників екологічної небезпеки технологічних процесів. *Екологія и промышленность*. 2015. № 2 (43). С. 88-92.

22. **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А., Куранова Я.О. Дослідження впливу викидів металургійних підприємств на забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Металургія*. 2018. Вип. 1 (39). С. 136-140.

23. Серєда Б.П., **Белоконь К.В.**, Белоконь Ю.А., Кругляк І.В. Модель механізму каталітичних реакцій глибокого окислення оксиду вуглецю. *Математичне моделювання*. 2018. № 1 (38). С. 62-68.

24. **Белоконь К.В.** Дослідження впливу викидів промислових підприємств на забруднення атмосферного повітря в Заводському районі м. Запоріжжя. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2018. Випуск 2 (33). С. 91-96.

25. **Белоконь К.В.**, Чейлитко А.О. Дослідження переносу теплової енергії крізь пористу структуру інтерметалідного каталізатора. *Металознавство та термічна обробка металів*. 2019. № 3 (86). С. 26-31.

26. **Belokon K.**, Belokon Y., Klymenko L. Analysis of ecological safety of emissions from production of carbon products. *Environmental problems*. 2019. Т. 4. № 1. P. 52-56.

27. **Белоконь К.В.**, Михайлуца О.М., Зануда Т.О., Тарабан Є.В. Прогнозування розсіювання в атмосферному повітрі викидів промислових підприємств, що містять оксид вуглецю і вуглеводні. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2019. № 2 (35). С. 104-109.

28. Sereda B., Belokon Y., **Belokon K.**, Kruglyak D. Model of the mechanism reaction of hydrocarbons on intermetallic catalysts. *Математичне моделювання*. 2019. №2 (41). С. 92-99.

29. **Белоконь К.В.** Дослідження впливу фазового складу Ni-AL каталізаторів на їхні фізико-хімічні та каталітичні властивості при знешкодженні газових викидів в атмосферу. *Суднобудування та морська інфраструктура*. 2020. № 1 (13). С. 38-45.

30. **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А., Троїцька О.О., Рижков В.Г. Дослідження природи каталітичної активності інтерметалідів системи Ni-Al в реакціях окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2020. № 1 (36). С. 129-134.

31. **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А., Тарабан Є.В., Столпакова О.В. Дослідження впливу модифікування Ni-Al сплавів на їх каталітичні властивості при знешкодженні газових викидів в атмосферу. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2020. № 1 (36). С. 153-158.

32. Матухно О.В., Шматков Г.Г., **Белоконь К.В.**, Сибір А.В. Дослідження екологічної безпеки металургійного виробництва методом оцінки життєвого циклу. *Екологічні науки*. 2020. Т. 1. № 2(29). С. 32-37.

33. **Белоконь К.В.**, Матухно О.В. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя формальдегідом. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2020. № 2 (37). С. 149–155.

34. Matukhno E., **Belokon K.**, Baranova T., Romanko Y. Improving the environmental component of sustainable development of metallurgical enterprises through the implementation of the best available technologies. *Теорія і практика металургії*. 2020. № 1 (124). С. 24-29.

#### **Матеріали конференцій.**

35. **Белоконь К.В.**, Шкляр Т.В. Аналіз екологічної безпеки викидів автотранспорту міста Запоріжжя. *VI Міжнародна науково-практична конференція «Теорія та практика вирішення екологічних проблем в металургійній та гірничо-видобувній промисловості»*. Дніпропетровськ, НМетАУ, 08-11 жовтня 2013 р. С. 75-76.

36. **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А., Троїцька О.О. Каталітичне окислення викидів оксиду вуглецю у відхідних газах металургійних підприємств – шлях до покращення екологічного стану атмосфери міста. *42 Международная научно-техническая конференция молодежи*, Запорожье, ОАО «Запорожсталь», 26-27 ноября 2015. С. 142-143.

37. **Белоконь К. В.**, Яскевич Я.О. Аналіз екологічної безпеки викидів, що містять оксид вуглецю і вуглеводні, промислових підприємств Запорізького регіону. *Еко Форум – 2017 : збірник тез доповідей I спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму*, 30 травня – 1 червня 2017 р. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2017. С. 6-8.

38. Проскурнин О.А., **Белоконь К.В.**, Беспалова В.И., Зинченко А.Ю., Поликанова Ю.В. Особенности использования термина «экологическая безопасность». *Материалы 13-й Межд. науч.-практ. конф. «Экологическая безопасность : проблемы и пути решения»*. Харьков : ИД «Райдер», 2017. С. 339–342.

39. **Белоконь К.В.**, Проскурнин О.А., Гончаренко Я.Н. Использование интерметаллидных катализаторов для обеспечения экологической безопасности выбросов, содержащих оксид углерода и углеводороды. *Сборник материалов отчетной научно-практической конференции Луганского национального аграрного университета*, 20-23 февраля 2018 года. Харьков : «Стильна типографія», 2018. С.229-231.

40. **Белоконь К.В.**, Троїцька О.О., Куранова Я.О. Забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя як чинник канцерогенного та неканцерогенного ризику для здоров'я його мешканців. *Еко Форум – 2018 : Збірник тез доповідей II спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму*, 30 травня - 1 червня 2018 р. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2018. С. 6-7.

41. **Белоконь К.В.**, Куранова Я.О. Аналіз та оцінка ризику для здоров'я населення міста Запоріжжя від забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств. *5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енерго-ощадність. Збалансоване природокористування» : збірник матеріалів*. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 26–29 вересня 2018 року. С. 38.

42. **Белоконь К.В.**, Ігнатченко К.О. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя викидами автотранспорту. *Збірник праць XVII Всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології»*. Одеса : ОНАХТ, 2018. С. 15-18.

43. **Белоконь К.В.**, Янович Д.М. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря Вознесенівського району міста Запоріжжя викидами промислових підприємств. *Збірник праць XVII Всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології»*. Одеса : ОНАХТ, 2018. С. 19-22.

44. **Белоконь К.В.**, Троїцька О.О. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя викидами ПрАТ «Укрграфіт». *XVI Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки»*. Кременчук : КрНУ, 2018. С. 12.

45. **Белоконь К.В.**, Крейда Ю.С. Аналіз екологічної безпеки викидів канцерогенних речовин підприємств з виробництва вуглецевої продукції. *IV Міжнародна науково-практична конференція студентів, магістрантів та аспірантів «Галузеві проблеми екологічної безпеки»*. Харків : ХНАДУ, 2018. С. 114-117.

46. **Белоконь К.В.**, Тарабан Є.В. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами металургійних підприємств м. Запоріжжя. *Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів і молодих учених «Молода академія –2019»*. Дніпро : НМетАУ, 2019. Т. 1 С. 133-134.

47. **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А., Зануда Т.О. Дослідження процесів каталітичного окислення викидів оксиду вуглецю у відхідних газах металургійних підприємств. *III спеціалізований міжнародний екологічний форум «Еко Форум – 2019»*. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2019. С. 29-30.

48. **Белоконь К.В.**, Троїцька О.О., Тарабан Є.В. Аналіз та оцінка ризику впливу забрудненого атмосферного повітря для здоров'я населення м. Запоріжжя. *III спеціалізований міжнародний екологічний форум «Еко Форум – 2019»*. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2019. С. 31-32.

49. **Белоконь К.В.**, Троїцька О.О., Зануда Т.О., Пономаренко К.А. Аналіз впливу викидів підприємств з виробництва вуглецевої продукції на здоров'я населення. *VII Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2019)*. Вінниця : ВНТУ, 2019. С. 39.
50. **Белоконь К. В.**, Троїцька О. О., Єрофєєва А. А. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря вуглецевмісними компонентами газових викидів промислових підприємств. *XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екології та енергозбереження»*. Миколаїв : Торубара В.В., 2019. С. 61-64.
51. Тулушев Є.О., **Белоконь К.В.**, Грибіненко Г.Т., Терехов Р. Дослідження забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя у 2017 році як фактор ризику для здоров'я його мешканців. *IV регіональний науковий симпозіум в рамках концепції «Єдине здоров'я»*. Київ : МЕТАБІОТА, 2019. С. 436.
52. **Белоконь К.В.** Аналіз екологічної безпеки викидів промислових підприємств, що містять оксид вуглецю та вуглеводні. *XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки»*. Кременчук : КрНУ, 2019. С. 96-100.
53. **Belokon K.** Development of intermetallic catalysts for the neutralization of carbon-containing components of gas emissions into the atmosphere. *9-th International Youth Science Forum «Litteris et Artibus»*. Lviv : Polytechnic National University, 2019. С. 197-201.
54. **Белоконь К.В.**, Тарабан Є.В. Дослідження каталітичної активності інтерметалідних каталізаторів для знешкодження відхідних газів промислових підприємств. *XI Всеукраїнська конференція молодих вчених «Молоді вчені 2020 - від теорії до практики»*. Дніпро : Дніпро-Дике Поле, 2020. С. 199-202.
55. **Белоконь К.В.**, Єрофєєва А.А., Тарабан Є.В., Столпакова О.В. Вплив складу нікель-алюмінієвих каталізаторів з добавками Co, Mn та Cu на їхню структуру і питому активність. *X міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасний рух науки»*. Дніпро : WayScience, 2020. Т. 1 С. 98-103.
56. **Белоконь К.В.**, Чейлитко А.О., Проскурнін О.А. Визначення оптимального складу інтерметалідного каталізатора для окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів з використанням непараметричних статистичних методів. *Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 60-річчю КЛК ХНУВС, «Авіація, промисловість, суспільство»*. Харків : ХНУВС, 2020. Т. 1 С. 280-282.
57. **Белоконь К.В.**, Столпакова О.В. Розробка інтерметалідних каталізаторів для знешкодження вуглецевмісних компонентів промислових викидів. *Збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених «Молода академія –2020»*. Дніпро : НМетАУ, 2020. Т. 1 С. 110-111.
58. **Белоконь К.В.**, Пругло К. Підвищення екологічної безпеки викидів автотранспорту шляхом каталітичного знешкодження забруднюючих речовин на інтерметалідних каталізаторах. *IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020»*. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2020. С. 339-340.
59. **Белоконь К.В.** Дослідження впливу кислотної та лужної обробки інтерметалідних каталізаторів на їх каталітичну активність в процесах окиснення оксиду вуглецю (II) та вуглеводнів. *XVIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки»*. Кременчук : КрНУ імені Михайла Остроградського, 2020. С. 22-27.
60. **Белоконь К.В.**, Тулушев Є.О. Аналіз заходів з мінімізації ризику для здоров'я населення від впливу викидів в атмосферне повітря. *I Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Екологія. Довкілля. Енергозбереження», присвячена 90-річчю Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (3-4 грудня 2020 року)*. Запоріжжя : НУПП, 2020. С. 180-183.
61. **Белоконь К.В.** Впровадження системи управління екологічними ризиками з метою забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення м. Запоріжжя. *Міжнародна науково-практична конференція «Формування концепції цифровізації як чинник розвитку креативності особистості та її вплив на розвиток людського й соціального капіталу» (26-27 листопада 2020 року)*. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. С. 32-37.
62. **Белоконь К.В.** Впровадження системи оцінки ризиків для здоров'я населення в місті Запоріжжі. *Круглий стіл «Дискусійні питання з теорії та практики сучасної експертизи» (24.11.2020)*. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. С. 77-81.
63. **Белоконь К.В.** Регенерація та утилізація відпрацьованих інтерметалідних каталізаторів для знешкодження вуглецевмісних компонентів газових викидів. *II Всеукраїнська наукова*

конференція «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України» (18-19.09.2020)). Миколаїв : Торубара В.В., 2020. С. 129-131.

64. **Белоконь К.В.** Дослідження нікель-алюмінієвих каталізаторів глибокого окиснення різного фазового складу. 6-й Міжнародний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (23-25 вересня 2020 року). Львів : Західно-Український Консалтинг Центр, 2020. С. 160.

65. **Белоконь К.В.** Аналіз технологічних заходів щодо зниження екологічного ризику у м. Запоріжжя. Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону». Запоріжжя : ІННІ ЗНУ, 2020. С. 386-389.

66. Пірогова І.М., **Белоконь К.В.**, Єрьоменко В., Олійник О.В. Визначення рівня забруднення атмосфери м. Запоріжжя на основі індексу забруднення атмосфери. Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону». Запоріжжя : ІННІ ЗНУ, 2020. С. 392-395.

67. **Белоконь К.В.**, Єрьоменко В., Олійник О.В. Оцінка небезпеки здоров'ю населення від техногенного забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону». Запоріжжя : ІННІ ЗНУ, 2020. С. 395-398.

68. **Белоконь К. В.**, Олійник О. В., Єрьоменко В. Дослідження впливу викидів автотранспорту на здоров'я населення міста Запоріжжя. Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону». Запоріжжя : ІННІ ЗНУ, 2020. С. 402-405.

69. **Белоконь К.В.** Застосування інтерметаллідних каталізаторів для нейтралізації шкідливих речовин промислових підприємств. IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020». Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2020. С. 333-334.

70. **Белоконь К.В.**, Тарабан Є.В. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя формальдегідом. IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020». Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2020. С. 335-336.

71. **Белоконь К.В.**, Донець В.В. Шляхи зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя. IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020». Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2020. С. 337-338.

#### **Патенти.**

72. **Белоконь К.В.**, Белоконь Ю.О., Кожемякін Г.Б., Жеребцов О.А., Серода Б.П. Спосіб отримання інтерметаллідного каталізатора для окислення оксиду вуглецю і вуглеводнів: пат. 63411 України, МПК (2011.01) B01J25/00. № 2011 02636; заявл. 09.03.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. 19.

73. Белоконь Ю.О., **Белоконь К.В.**, Жеребцов О.А. Спосіб отримання інтерметаллідного сплаву: пат. 133598 Україна: МПК (2006) C22C 1/04, C22C 14/00, C22C 21/00, B22F 3/08. № u2018 11820; заявл. 30.11.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. 7.

#### **Навчальні посібники.**

74. **Белоконь К.В.** Аналіз та оцінка екологічних ризиків: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2013. 176 с.

75. Троїцька О.О., **Белоконь К.В.** Неоекологія та сталий розвиток: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 282 с.

76. **Белоконь К.В.**, Троїцька О.О., Беренда Н.В. Оцінка впливу на оточуюче середовище: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 180 с.

77. Манідіна Є.А., **Белоконь К.В.**, Матяшева О.Б. Хімія навколишнього та виробничого середовища: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 96 с.

78. Троїцька О.О., Беренда Н.В., **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А. Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2019. 234 с.

79. Троїцька О.О., Беренда Н.В., **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А. Основи біотехнологій: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 160 с.

80. Троїцька О.О., Беренда Н.В., **Белоконь К.В.**, Манідіна Є.А. Основи екології та сталий розвиток: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 178 с.