

SECTION 8. ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIESDOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-230-2-12>**DEVELOPMENT OF POLYMETALLIC CATALYSTS
FOR NEUTRALIZATION OF CARBONCONTAINING
COMPONENTS OF GAS EMISSIONS FROM VEHICLES****РОЗРОБКА ПОЛІМЕТАЛЕВИХ КАТАЛІЗАТОРІВ ДЛЯ
ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВУГЛЕЦЕВМІСНИХ КОМПОНЕНТІВ
ГАЗОВИХ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ****Belokon K. V. Бєлоконь К. В.***Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,**кандидат технічних наук,
доцент,**Deputy Director for Research of
Engineering Educational and Scientific
Institute named after Yu. M. Potebni,
Part-Time Associate Professor
at the Department of Applied Ecology
and Labor Protection**заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового
інституту імені Ю. М. Потебні,
доцент кафедри прикладної екології
та охорони праці
(за сумісництвом)**Zaporizhzhia National University
Zaporizhzhia, Ukraine**Запорізький національний університет
м. Запоріжжя, Україна*

Річні викиди в атмосферу України становлять понад 6 млн. тонн шкідливих речовин і вуглекислого газу. В основному забруднюють середовища промислові підприємства. Проте із збільшенням кількості автомобілів на дорогах, збільшилась і кількість шкідливих викидів в атмосферу. За останні кілька років кількість відпрацьованих газів, що надходять у повітря на території великих міст, зросла на 50–70%. На сьогодні забруднення довкілля шкідливими речовинами з відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання є найбільшою екологічною проблемою для людей та навколишнього середовища. Зростання забруднення атмосфери оксидами азоту, вуглекислим газом та вуглеводнями спричиняє утворення «парникового ефекту» як наслідок відбувається підвищення середньорічної температури та процес глобального потепління. Зниження концентрації цих компонентів на даний час не є проблемою завдяки новітнім системам та технологіям, але разом з тим досить важко позбутися оксидів азоту, оксиду вуглецю (СО), вуглеводнів, свинцю, ртуті та сірки, це є досить нагальним та актуальним питанням для екологів та виробників.

Ця проблема полягає у пошуку технології для зниження цих компонентів, у виборі варіанта, який є оптимальним за екологічними та економічними показниками, адже цінова категорія є досить важливим показником для більшості споживачів, які через брак коштів і високі ціни починають нехтувати станом навколишнього середовища.

Для підвищення екологічної безпеки викидів автотранспорту нами було розроблено оптимальний склад каталітично активного інтерметалідного сплаву для знешкодження забруднюючих речовин у викидах автотранспорту. В якості досліджуваних каталізаторів окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів використовували системи на основі інтерметаліду Fe-Al стехіометричного складу $FeAl_3$, синтезовані методом теплового самозаймання [1; 2].

Отримання інтерметалідних каталізаторів методом теплового самозаймання здійснювали на установці, яка складається з наступних основних функціональних систем: реакційне обладнання, система газозабезпечення, система контролю і регулювання технологічними параметрами, системи утилізації газів. З метою збільшення каталітичної активності інтерметалід $FeAl_3$ був модифікований різними кількостями кобальту, марганцю, міді в кількостях до 15 масових %.

Для дослідження каталітичної активності отриманих інтерметалідних каталізаторів використовувалася установка, яка складається з реактора, термопари, патрубків для подачі та відводу газів, хроматографа (газоаналізатора), ротаметра, балона з модельною сумішшю газів, контрольної термопари, блока підтримки температури реактора, регулятора витрати газової суміші, осушувача. Модельна суміш газів складається з 0,2 об.% пропану, 0,5 об.% оксиду вуглецю (II), 1,3 об.% кисню (це відповідає коефіцієнту надлишку кисню $\alpha \approx 1,0$) та азоту до 100% [2].

Каталізатори, отримані з інтерметалідних прекурсорів на основі заліза, виявили досить високу каталітичну активність. Ці каталізатори мають більш високу питому поверхню і, згідно з даними рентгенофазового аналізу, складаються з оксидів. Обробка пероксидом водню дозволяє не тільки прибрати з поверхні каталізатора хемосорбований при вилуговуванні водень, але й підвищує його активність.

Було розглянуто процес окислення CO на каталізаторах, отриманих з $FeAl_3$ та $FeAl_3-CoAl_3$ прекурсорів [1]. Усі зразки, крім останнього, у процесі приготування не проходили стадію обробки перекисом водню, тому на їх поверхні адсорбовано дуже багато водню. На зразку, обробленому перекисом водню що містить 15% мас. кобальту 100% конверсія CO досягається при температурі 200°C.

Зразок Fe 100% починає працювати тільки при 200 °C повна конверсія CO на ньому досягається при 500 °C. Але при додаванні до

складу кобальту активність каталізаторів різко зростає. Вже 5% мас. кобальту дають практично повну конверсію при 350 °С. Зразок із 15 мас.% кобальту показує найкращий результат – повна конверсія досягається при 250 °С.

Конверсія вуглеводнів на цій серії зразків іде так само, як і конверсія СО, зі зростанням активності в залежності від збільшення кількості кобальту. Найкращий результат показує зразок каталізатора із вмістом 15% мас. кобальту, оброблений перекисом водню. Конверсія вуглеводнів на ньому досягає 75% при 350 °С.

На кращому зразку, що містить 12 мас.% марганцю повна конверсія СО досягається при 200 °С. Окислення вуглеводнів на залізкокобальтових каталізаторах із вмістом марганцю йде активніше зі збільшенням його кількості до 15 мас.%. Найактивніший зразок із 15 мас.% Mn дає 100% конверсію вуглеводнів при 350 °С.

Каталізатор Fe-Co-Mn-Cu (67%–15%–15%–3%) при першому експерименті виявляє досить високу активність у реакціях глибокого окиснення. При 200 °С на ньому повністю згоряє СО, при 300 °С – вуглеводні. Додаткове легування Fe-Co-Mn каталізаторів міддю призводить до утворення сильних зв'язків між зернами каталізатора, що дозволяє підвищити межу міцності каталізатора і збільшити термін його служби в системах очищення газів. При перших десяти експериментах активність в окисненні СО та вуглеводнів не змінюється, потім слідує поступове повільне її зниження на 18-20%, потім набуває постійного значення. Результати дослідження каталітичної активності інтерметалідних каталізаторів показали, що додаткове легування каталізаторів на основі заліза Co, Mn і Cu дозволяє знизити температуру 100%-вої конверсії СО і вуглеводнів на 80-100 °С порівняно з іншими каталізаторами [1].

У процесі селективного каталітичного відновлення NO_x пропаном температура 50% конверсії NO на каталізаторі Fe-Co на 42 °С вище, ніж на зразку Fe-Co-Mn. Найбільш активним у цій реакції виявився Fe-Co-Mn-Cu, у якому 90% конверсія NO досягалася при 300 °С. З аналізу даних щодо каталітичної активності свіжоприготовлених каталізаторів (табл. 1) можна зробити висновок про те, що добавка Cu збільшує каталітичну активність каталізаторів [1].

Також було розглянуто фізико-хімічні властивості, морфологія та склад каталізаторів. Рентгенофазовий аналіз каталізаторів, досліджень питомої поверхні зразків каталізаторів різного складу. Як основний елемент структури зберігаються правильні шестигранні пластини. Каталізатор Fe-Co-Mn-Cu (67%-15%-15%-3%) не утворює густої структури, але на поверхні поруч із кристаликами гематиту присутні і

шестикутні пластини. На поверхні зразків із вмістом марганцю виявлено наноструктуру, досліджено процес її утворення. Каталізатори з наноструктурою на поверхні мають більш високу питому поверхню, а також активність і стабільність.

Таблиця 1

**Порівняльні характеристики щодо каталітичної активності
розроблених каталізаторів**

| Склад каталізатора | Fe-Co (85%-15%) | Fe-Co-Mn (70%-15%- 15%) | Fe-Co-Mn-Cu (67%-15%- 15%-3%) |
|--|------------------------------|--|--|
| Температура 100% конверсії CO | 250 | 250 | 200 |
| Температура 100% конверсії вуглеводнів | понад 350 | 350 | 300 |
| Температура 90% конверсії NO | 350 (65% NO конверсія) | 350 (85% NO конверсія) | 350 (90% NO конверсія) |

У процесі приготування каталізаторів шляхом вилуговування алюмінію питома поверхня каталізаторів суттєво зростає. Розроблені поліметалічні каталізатори на основі заліза мають питому поверхню в діапазоні від 27 до 43 м²/г в залежності від добавок.

Отже, на підставі результатів лабораторних експериментів можна стверджувати, що розроблені каталізатори у порівнянні з традиційними типами каталітичних нейтралізаторів забезпечують: суттєве зниження вартості каталізатора, оскільки не містять дорогоцінних металів; високу ефективність роботи за рахунок високого ступеня конверсії окислення CO та вуглеводнів, відновлення NO; ефективну, тривалу і стабільну роботу у значно ширшому температурному інтервалі.

Література:

1. Belokon K.V. 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.
2. 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. Vol. 8. № 1. P. 79–86.