

## СИСТЕМИ $\text{TiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$ , $\text{TiO}_2\text{-WO}_3$ , $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ , $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ ЯК КАТАЛІЗАТОРИ ОКИСНЕННЯ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

*Цимбалюк В.В.*, доцент кафедри хімії та екології та методики їх  
навчання

*Ситніков О.А.*, студент I курсу

В даний час у зв'язку з підвищеними вимогами до охорони навколишнього середовища актуальним завданням є очищення газових викидів від токсичних домішок, із яких найбільш розповсюдженими є оксид вуглецю (II), вуглеводні і оксиди азоту. Процес очистки газових викидів здійснюється за допомогою адсорбційних, абсорбційних та каталітичних методів. Проте найбільш перспективною є каталітична окисно-відновна нейтралізація токсичних компонентів викидних газів автотранспорту. Каталітичні методи широко використовують також і з економічної точки зору. Каталітичний процес нейтралізації продуктів згоряння протікає, як правило, при температурі вище  $300^\circ\text{C}$  та при малому часі контакту, що пов'язано з великими швидкостями потоку промислових викидів та відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння [1; 2].

Ефективні каталітичні системи, які використовуються для очищення викидних газів автотранспорту від монооксиду вуглецю, створюють на основі оксидних матеріалів  $\text{ZnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , модифікованих іонами благородних та рідко-земельних елементів. В наш час більшого розповсюдження одержують гранульовані та монолітні багатокомпонентні каталітичні системи, що містять активні метали на різних носіях. В якості активного компонента використовують один або декілька металів : Mn, Fe, Cr, V, Mo, Co, Ce, Ni, W, Cu, Sn, Au, Pt, Pd, Rh та Ir [3].

З метою одержання високоактивних каталізаторів очищення газових сумішей від оксиду вуглецю (II) в даній статті приведені фізико-хімічні дослідження функціональних матеріалів на основі діоксиду титану ( $\text{TiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2\text{-WO}_3$ ), які не містять благородних металів. Для вирішення поставленого завдання з'ясували як залежить ступінь перетворення монооксиду вуглецю від швидкості проходження газової суміші через шар каталітичної системи, температури проведення реакції, природи каталізатора, методу його одержання, концентрації домішки тощо.

З метою розробки найбільш ефективного каталізатора окиснення CO нами отримано ряд каталізаторів на основі високодисперсного діоксиду титану і складних оксидів, що містять  $\text{TiO}_2$  ( $\text{TiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2\text{-WO}_3$ ). Використовували як немодифіковані зразки каталізаторів, так і леговані іонами паладію.

Система  $\text{TiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$  була отримана спільним осадженням гідроксидів (СОГ) титану і вісмуту із солей  $\text{TiCl}_4$  і  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  "гельним"

методом. Крім того, використовувалися каталізатори на основі системи  $TiO_2-Vi_2O_3$ , які були виготовлені гідролізом парів суміші  $TiCl_4 + Vi(NO_3)_3$  в повітряно-водневому полум'ї при температурі  $900-1100^\circ C$  [4]. Каталізатори, що містять  $TiO_2-WO_3$  одержані двома методами: СОГ титану і вольфрамової кислоти, а також спалюванням парів  $TiCl_4 + (NH_4)_2WO_4$  в повітряно-водневому полум'ї [5].

Концентрацію СО вимірювали на газоаналізаторі "Паладій-3". В газоаналізаторі використаний метод аналізу газів, заснований на електролізі при постійному потенціалі. Аналізуючий газ після проходження його через реактор відбирали в камеру до необхідного для вимірювання концентрації СО об'єму (2 л). Було досліджено, що даний об'єм можна отримати при швидкості проходження газу через реактор рівній 2 л/год і вище. Проте, при витраті газу більшій, ніж 2 л/год, концентрація СО у газовій суміші, яка виходить із реактора, в окремих випадках, мало змінюється (під час використання малоактивних зразків каталізаторів), що не дозволяє з певною точністю розраховувати ступінь перетворення. В зв'язку з вище сказаним всі наступні дослідження проводили при швидкості проходження газу через реактор рівній 2 л/год.

Як видно із одержаних результатів (табл. 1.), зменшення швидкості проходження газу через шар каталізатора призводить до зростання ступеня перетворення СО.

*Таблиця 1*

Залежність ступеня перетворення СО від швидкості проходження газу

№ п/п	Код каталізатора	Температура, $^\circ C$	Швидкість проходження газу, л/год	$\alpha$ , %
1.	1	350	0,5	74
2.	1	350	1,0	73
3.	1	350	1,5	70
4.	1	350	2,0	69
5.	1	350	2,5	65
6.	1	350	3,0	57

Проведені дослідження з вивчення ступеня перетворення СО від температури проведення реакції показали, що при низьких температурах каталізатори володіють невисокою каталітичною активністю. Підвищення температури проведення реакції приводить до збільшення ступеня перетворення монооксиду вуглецю. Максимальна ступінь перетворення СО спостерігається при температурі  $350^\circ C$ . Як свідчать літературні дані [6; 7], остання близька до температури викидних газів.

Знайдено, що на каталізаторах, одержаних високотемпературним гідролізом солей в повітряно-водневому полум'ї, досягається високий ступінь перетворення СО і вони зберігають свою активність в часі. Це є передумовою для створення на їх основі каталізаторів, практично придатних для очищення автомобільних викидів від монооксиду вуглецю.

### Список використаних джерел

1. Семенов Н.Н. Об энергетике будущего. – В кн.: Наука и общество. М.: Наука, 1973, с. 109-144; АН СССР, 1977, № 4, с. 11 – 22.
2. Химические методы преобразования солнечной энергии. Замираев К.И., Пармон В.Н. Фотокаталитическое преобразование солнечной энергии. Часть 1. Химические и биологические методы. – Новосибирск: Наука, 1985.–С. 7–42.
3. Крюков А.И., Кучмий С.Я., Походенко В.Д. Молекулярный дизайн в фотокатализе: физико-химические принципы создания высокоэффективных фотокаталитических окислительно-восстановительных систем // Теорет. и эксперим. химия. – 1994. – Т.30, №4. – С. 175 – 191.
4. Крюков А.И., Кучмий С.Я., Походенко В.Д. Энергетика электронных процессов в полупроводниковых фотокаталитических системах // Теорет. и эксперим. химия. – 2000. – Т.36, №2. – С.69 – 89.
5. Kamat P.V. // J. Photochem. – 1985. – 28, № 4. –P. 513 – 524.
6. Bahnemann D., Henglein A., Spanhel L. // Faraday Discuss. Chem. Soc. – 1984. – № 78. – 151 P.