

## ВИКИДИ КАРБОН (II) ОКСИДУ ТА МЕТОДИ ЙОГО ЗНЕШКОДЖЕННЯ В УМОВАХ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

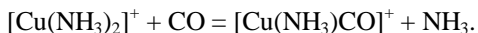
*Михайлова Є. О., доцент, ХНЕУ ім. С. Кузнеця, м. Харків*

Карбон (II) оксид (CO) – безбарвний газ, який не має запаху, відомий також під назвою «чадний газ». Утворюється під час неповного згоряння викопного палива (вугілля, газу, нафти) за умов нестачі кисню та низької температури. При вдиханні CO через наявність в його молекулі потрібного зв'язку (C ≡ O) утворює міцні комплексні сполуки з гемоглобіном крові людини і тим самим блокує надходження кисню в кров. Це викликає головні болі, нудоту, а при високих концентраціях в повітрі більше 0,1 об. % призводить до смерті протягом однієї години. Чадний газ відноситься до 4 класу небезпеки. Для нього встановлено наступні санітарно-гігієнічними показники (гранично допустимі концентрації): максимально разова ГДК – 5 мг/м<sup>3</sup>, середньодобова ГДК – 3 мг/м<sup>3</sup>, ГДК робочої зони – 20 мг/м<sup>3</sup>.

Одними з найбільш небезпечних об'єктів, які викидають значні кількості карбон (II) оксиду, є підприємства хімічної галузі, що потребують значних енергетичних витрат. До таких підприємств належить виробництво кальцинованої соди, оскільки у його технологічному циклі для одержання необхідного тепла та технологічних газів використовують викопне паливо. Основними джерелами утворення CO є стадія випалу карбонатної сировини та теплоагрегати ТЕЦ, де утворюється близько 27 кг чадного газу на 1 т кальцинованої соди. Отже, один содовий завод може викидати до 20 млн. т карбон (II) оксиду в атмосферне повітря на рік. Зазначимо, що згідно рекомендацій Міжурядової групи експертів з питань змін клімату CO відносять до парникових газів непрямої дії. Останні безпосередньо не є парниковими газами, але опосередковано впливають на парниковий ефект в результаті хімічних реакцій в атмосфері. Тому викиди чадного газу також рекомендовано обмежувати відповідно Паризької угоди, підписаної Україною [1]. Таким чином, знешкодження карбон (II) оксиду в газових викидах підприємств на сьогодні є досить актуальним завданням, яке потребує ефективного вирішення.

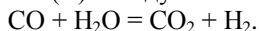
Для очищення викидних або технологічних газів від карбон (II) оксиду на хімічних підприємствах використовують два методи: адсорбційний і каталітичний [2].

Для вилучення карбон (II) оксиду з газів, у яких його вміст становить понад 10 об. %, найбільше поширення одержав адсорбційний метод очищення за допомогою розчинів купрум-аміачних солей різних кислот, які мають властивості утворювати з CO комплексні сполуки. На практиці застосовують аміачні розчини солей одновалентного купруму оцтової, мурашиної та карбонової кислот:



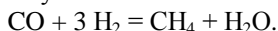
Іони двохвалентного купруму не можуть зв'язувати карбон (II) оксид, але їх наявність (до 20 мас. %) необхідна, так як це запобігає реакції, яка призводить до випадання металічного купруму. Для утворення катіонів двохвалентного купруму в систему подають повітря. Абсорбцію CO проводять при високому тиску 32 МПа та низькій температурі 5–15 °С, що створює великі проблеми в літній час. Регенерацію хемосорбенту здійснюють при атмосферному тиску та температурі близько 80 °С. Вищі температури призводять до інтенсивного виділення аміаку.

У деяких виробництвах також широко використовують каталітичний метод парової конверсії карбон (II) оксиду:



Процес проводять при значних концентраціях CO (12–13 об. %) як першу стадію очистки. У промислових умовах конверсію здійснюють у два ступеня під тиском 0,1–3,0 МПа. На першому ступені на середньотемпературному залізхромовому каталізаторі підтримують температуру 430–460 °С, забезпечуючи високу інтенсивність процесу, незважаючи на неповний ступінь перетворення CO в CO<sub>2</sub>. На другому ступені на низькотемпературному каталізаторі на основі оксидів купруму, цинку, хрому і алюмінію при 220–270 °С і низькій початковій концентрації CO (3–6 об. %) процес проходить практично до кінця. Така схема дозволяє підвищити ступінь перетворення карбон (II) оксиду та знизити витрати водяної пари. Кінцевий вміст CO у газі становить не більше 0,15–0,5 об. %.

Процес метанування призначений для видалення залишкових кількостей карбон (II) оксиду (до 0,6 об. %) із газів і використовується як заключна стадія очищення газу після каталітичного перетворення CO в CO<sub>2</sub>:



Процес проводять на нікель-алюмінієвому каталізаторі при температурі 250–400 °С і тиску до 29,6 МПа. Залишковий вміст карбон (II) оксиду в очищеному газі не перевищує 0,0003 об. %.

Таким чином, вибір методу знешкодження карбон (II) оксиду в умовах діючих хімічних виробництв, зокрема і содових заводів, буде здійснюватися з урахуванням обсягу та складу газу, що очищається, необхідного ступеня очищення, можливості утилізації вилученого CO або продуктів, які утворюються під час цього процесу. Але на сам перед визначальними стануть техніко-економічні показники обраного методу.

#### Список літератури

1. Михайлова Є. О. Питання екологічної безпеки виробництва кальцинованої соди. Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доповідей XV міжнар. наук.-техн. конф. (Кременчук, 11–13 жовтня 2017 р.). Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2017. С. 52.

2. Технологія зв'язаного азоту / Л. Л.Товажнянський, О. Я. Лобойко, Г. І. Гринь та ін.; за ред. О. Я. Лобойко. Харків: НТУ «ХП», 2007. 536 с.