

ХЕМОСОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ГАЗІВ ВІД СІРКОВОДНЮ

© Одноріг З.С., Савка О.Р., 2014

Проведені дослідження щодо вирішення проблеми очищення газових викидів. Запропонований хемосорбційний спосіб, який забезпечить уловлення сірководню на 98 %. Ключові слова: біофільтр, хемосорбція, вентиляційні гази.

This paper is devoted the researches of problem of cleaning gas extrass. It was proposed chemisorption method, that will ensure capture of hydrogen sulfide by 98 %.

Key words: biofilter, chemisorption, vent gases.

Постановка проблеми. Промислові викиди в атмосферу несприятливо впливають насамперед на людину та на навколишнє природне середовище, а найважчі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях.

Важливою проблемою є дотримання екологічних вимог під час експлуатації підприємств, споруд та інших видів діяльності. Ці вимоги можна реалізувати на підставі впровадження та ефективнішого використання природоохоронних заходів, серед яких велике місце посідають заходи щодо попередження забруднення атмосфери.

Харчова промисловість, як і будь-яка інша, має вплив на стан навколишнього середовища. ПрАТ “Компанія Ензим” (Львівський дріжджовий завод) є одним із найпотужніших виробників дріжджів в Україні, який здійснює поставки в усі області держави і за її межі. Основні споживачі компанії – це великі хлібзаводи (50 % споживання), малі пекарні (25 % продажів), фізичні особи. Продукція компанії є конкурентоспроможною на зовнішньому ринку та відповідає вимогам міжнародних стандартів ISO 14001 та ISO 22000.

Під час процесу виготовлення дріжджів утворюються стічні води, які в кількості 2000 м³/добу поступають на станцію очищення стічних вод за допомогою анаеробного реактора із псевдозрідженим шаром із подальшим доочищенням в аеробних реакторах послідовної дії.

В ємкості підготовки стічних вод, у дренажному приямку та буферній ємкості відбувається утворення переважно сірководню (1200 м³/год) – із концентрацією 5 мг/м³ та незначної частки парів метану із концентрацією 0,002 мг/м³. Як наслідок, утворюється неприємний запах. Тому вентиляційні гази подаються у систему очищення послідовно у зрошувальну камеру та біофільтр типу ВФК 1.6 G.

У біофільтрі проходять процеси біохімічного знешкодження забруднювальних речовин, які знаходяться у вентиляційних газах, за допомогою мікроорганізмів (бактерій) *Paramecium*. Біохімічні методи очищення ґрунтуються на здатності мікроорганізмів руйнувати і перетворювати органічні сполуки. Розклад сполук відбувається завдяки дії ферментів, що виробляють мікроорганізми. При цьому утворюються цілком безпечні продукти (CO₂, H₂O та біомаса).

Наповнювач біофільтра складається з волокнистого органічного матеріалу, який має добрі показники з утримання вологи, та забезпечує велику поверхню, заселену мікроорганізмами. Процес зволоження виконується у режимі рециркуляції до досягнення насичення. У той самий час частково виводяться водорозчинні компоненти та дрібні частинки. Для зволоження використовується вода, яка подається рециркуляційним насосом. Зайва вода відводиться до дренажної системи через систему переливу. Гази проходять через наповнювач, де біологічно очищаються. При цьому з'являється конденсат, який стікає в нижню частину блока біофільтра, звідки направляється у дренажну систему.

Відомі три типи систем біологічного очищення газів: біофільтри, біоскрубери та біореактори. Біохімічні системи найкраще придатні для очищення промислових газів із постійною витратою і постійним хімічним складом. Зараз біофільтри використовуються для очищення газів від аміаку, фенолу, формальдегіду, органічних розчинників, сірководню, метилмеркаптану та інших сірковмісних сполук.

Термін служби фільтрувальних шарів за умови належної експлуатації – кілька років.

До недоліків біохімічного методу очищення газів можна зарахувати:

- невисоку швидкість проходження біохімічних реакцій, що сприяє збільшенню габаритів реактора;
- необхідність утримувати вагу біомаси постійною;
- необхідність витримувати температуру середовища у діапазоні від +10 до +40 °С. Що нижча температура, то менша інтенсивність метаболізму. Температура, вища за 40 °С, є руйнівною для мікроорганізмів;
- відсутність токсичних сполук у зрошувальній воді;
- складність очищення багатокomпонентних сумішей (селективність мікроорганізмів);
- із часом фільтрувальний шар злежується, деформується і ущільнюється;
- необхідність підтримувати у фільтрувальному шарі певний відсоток вологості, інакше буде знижуватися продуктивність установки (якщо є надмір вологи – фільтрувальний шар набухає, відповідно істотно зростає гідравлічний опір. Якщо недостатньо вологи, то газ неповною мірою буде контактувати із мікроорганізмами);
- порівняно тривалий час контакту фаз (20–60 с);
- забезпечення постійної витрати газів.

Високий ефект газоочищення досягається за умови, коли швидкість біохімічного окислення вилучених речовин більша, ніж швидкість їх надходження із газової фази [1].

Проте біологічне очищення газів неможливо провести у повному обсязі, оскільки існує необхідність у наявності поживних речовин (у цьому випадку – сірководню) у кожній точці фільтрувального навантаження.

Звернувши увагу на об'ємну витрату утворених вентиляційних газів і значення концентрації сірководню у них, пропонується удосконалити існуючу технологічну схему очищення вентиляційних газів.

Мета роботи – розглянути можливість хемосорбційного методу очищення вентиляційних газів від сірководню.

На противагу біологічному методу хімічні методи очищення газових викидів ґрунтуються на хімічному зв'язуванні шкідливих забруднювальних речовин. Поширеним методом є хемосорбція, що ґрунтується на поглинанні газів і парів твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких або малорозчинних хімічних сполук. Хемосорбція доцільніша за невеликої концентрації шкідливих речовин у вихідних газах.

Поглинання сірководню розчином гідроксиду натрію відбувається за механізмом миттєвої реакції. Тобто швидкість хімічної реакції дуже велика порівняно зі швидкістю дифузійних процесів і загальна швидкість хемосорбційного процесу лімітується дифузією H_2S у рідинній плівці від поверхні розділу фаз до зони реакції. Кінетика хімічної реакції істотної ролі у цьому процесі не відіграє. Отже, гідродинаміка системи “газ – рідина” під час поглинання H_2S розчином $NaOH$ є одним з визначальних чинників під час розгляду способів інтенсифікації цього хемосорбційного процесу. Тому для інтенсифікації процесу поглинання сірководню гідроксидом натрію необхідно застосовувати апарати, які забезпечують досконалі гідродинамічні умови.

Оцінка хемосорбційного процесу поглинання сірководню розчином $NaOH$ ґрунтується на визначенні коефіцієнта прискорення абсорбції K_{ch} під час перебігу хімічної реакції у розчині.

Швидкість поглинання H_2S в процесі фізичної абсорбції описується рівнянням масопередачі:

$$\frac{dC}{dt} = b_L S_L (C_{sp} - C). \quad (1)$$

У процесі хемосорбції рушійна сила $(C_{zp} - C)$ збільшується порівняно з фізичною абсорбцією, оскільки з розвитком процесу хемосорбції робочі значення концентрації H_2S у розчині C значно нижчі, ніж за фізичної абсорбції (для миттєвих реакцій фактично дорівнюють нулю), тобто:

$$C_{zp} > (C_{zp} - C) \quad \text{і} \quad (C_{zp} - C)_{хем} > (C_{zp} - C)_{фіз}.$$

Також прискорення абсорбційного процесу під час перебігу хімічної реакції у рідкій фазі можна визначити на основі збільшення коефіцієнта масопередачі за хемосорбції порівняно з фізичною абсорбцією.

Визначення коефіцієнта прискорення K_{ch} процесу хемосорбції порівняно з фізичною абсорбцією в результаті проходження хімічної реакції на поверхні твердого сорбенту ґрунтується на математичній моделі процесу. Для визначення коефіцієнта прискорення K_{ch} є таке співвідношення:

$$K_{ch} = 1 + \frac{nD_R C_R}{D_L C_{zp}}, \quad (2)$$

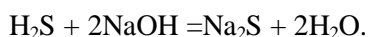
де n – масове стехіометричне співвідношення H_2S до $NaOH$, визначене за рівнянням реакції.

У загальному випадку за хемосорбції розчиною речовиною газовий компонент дифундує від поверхні контакту фаз до реакційної поверхні, тобто при цьому відбувається фізична абсорбція у рідинній плівці. Далі, залежно від типу хімічної реакції, фізично абсорбований газ взаємодіє з розчиною речовиною повністю на реакційній поверхні між поверхнею контакту фаз та плівкою основної маси рідини (у разі миттєвої реакції), або непрореагована частина його проникає в основну масу рідини [2].

Для виконання поставленого завдання пропонується замінити біофільтр типу ВФК 1.6 G на абсорбційну колону з насадкою. Перевагами процесу хемосорбційного очищення є:

- простота конструкції абсорбера;
- низькі капітальні витрати порівняно із роботою біофільтра типу ВФК 1.6 G;
- процес вибіркового поглинання газу рідиною;
- високий ступінь хемосорбційного очищення сягає 95–100 % [2, 3].

Як абсорбент використовуватиметься 10 %-й розчин луґу $NaOH$. В абсорбері відбуватиметься процес хемосорбції за такою реакцією:



Внаслідок перебігу цієї реакції утворюватиметься у невеликій кількості сильно лужний Na_2S з $pH=12..13$, який пропонується піддавати нейтралізації сульфатом міді для подальшого використання, а саме: у шкірній промисловості під час дублення шкір, а також використання як хімічного реагента в аналітичній хімії [4].

1. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. *Технічні засоби очищення газових викидів: навч. посіб.* – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 158 с. 2. Дерейко Х.О. *Автореф. канд. техн. наук “Хемосорбція кислих газів спалювання побутових відходів в апаратах з зовнішнім підводом енергії”.* – Л.: 2002. – 23 с. 3. Ахметов Н. С. *Загальна та неорганічна хімія.* – М.: Вища шк., 2001 4. Шевченко А.Ю., Біломеря М.Й., Анащенко О.В., Ємельянова Ю.М. // *Хімія і хімічна технологія.* – Донецьк, 2011. – Вип. 16(184) – С. 186–189.