

Тема 6

Біоочистка газоповітряних скидів

1. Основні види газоповітряних забруднюючих викидів.
2. Біологічні методи очищення повітря.
3. Принцип функціонування біоскуберів.

1. Основні види газоповітряних забруднюючих викидів.

Джерела забруднення повітря

Основним джерелом забруднення повітря в Україні є викиди із стаціонарних джерел. До 62% промислових викидів потрапляє з джерел оброблювальної промисловості, до 37% - гірничодобувної промисловості та промислових кар'єрів, до 1% - в результаті виробництва будівельних матеріалів.

До основних антропогенних забруднювачів довкілля належать:

- речовини, що викидаються промисловими підприємствами;
- нафта та нафтопродукти;
- пестициди;
- мінеральні добрива;
- шуми від виробництв, транспорту;
- іонізуюче випромінювання;
- вібрації;
- світло-теплові впливи.

Найпоширенішими шкідливими газовими забруднювачами є:

- оксиди сульфуру (сірки) - SO^2 , SO^3 ;
- сірководень (H^2S);
- сірковуглець (CS^2);
- оксиди нітрогену (азоту) - NO^x ;
- бензпірен;
- аміак;
- сполуки хлору; сполуки фтору;
- сірководень;
- вуглеводні;
- синтетичні поверхнево-активні речовини;
- канцерогени; важкі метали;
- оксиди карбону (вуглецю) - CO , CO^2 .

Серед твердих часток промислових димів найпоширеніші:

- частки вугілля; зола; сульфати; сульфідні металів (заліза, свинцю, міді, цинку тощо);
- хлориди; сполуки кальцію; сполуки натрію; сполуки фосфору; пари основних кислот; феноли

Основна маса забруднень повітря припадає на спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу, торфу, сланців, деревини), у містах до 60 % забруднень дає автотранспорт. Забруднення повітря стало великою соціальною

й економічною проблемою для багатьох розвинених країн, особливо для великих міст, промислових агломератів. Сьогодні в містах забруднення повітря в 15 разів вище, ніж у сільській місцевості, й у 150 разів вище, ніж над океаном. У промислових районах за добу випадає понад 1 тону пилу на 1 км², у забруднених містах за рік — більше 1 кг/м² пилу і сажі. Пил складається з частинок вугілля та попелу, а сажа — з частинок вугілля або інших видів палива, які не згоріли.

Справжнім лихом для міст є автомобілі. Більш як 300 млн автомашин щодня викидають в повітря 800 тис. тонн окису вуглецю, 1 тис. тонн свинцю. Більшість з 200 компонентів вихлопних газів автомашин згубно впливає на організм людини, а оксид азоту є одним із компонентів смогу. Хімічні реакції, які відбуваються в повітрі, призводять до виникнення димних туманів — смогів. Смоги виникають за таких умов: по-перше, великої кількості пилу і газів, які міста викидають у повітря, по-друге, довгого існування антициклонів, коли забруднювачі нагромаджуються в приземному шарі атмосфери. Смоги бувають декількох типів. Найбільш вивчений вологий смог. За чотири дні Лондонського смогу в 1952 році загинуло понад 4 тис. чоловік.

Особливо небезпечні сірчисті сполуки й оксиди азоту, які спричиняють кислотні дощі. Кислотні дощі стали дуже поширеним явищем, причому вони можуть випадати на відстані багатьох сотень і тисяч кілометрів від джерела первісного викидання речовини. Кислотні дощі призвели до закислення природного середовища на великих територіях Європи та Північної Америки. Тут показник кислотності опадів рН в 4,5, тоді як його звичайне значення — 5,6—5,7 [1].

Промислові викиди в атмосферу порушують озоновий шар, який, немов щит, прикриває Землю від сильного ультрафіолетового опромінення. Виявлено різке зменшення шару озону над Антарктидою — своєрідну "озонову дірку". Вміст озону над Антарктидою дедалі зменшується, межі "озонової дірки" розширюються. "Озонова дірка" існує не постійно, а близько місяця на рік, переважно в жовтні. Вона розширюється в бік Австралії, Південної Америки й Африки, що викликає тривогу. У грудні 1986 року з цього приводу було проведено міжнародний семінар метеорологів і геофізиків. До основних забруднювачів атмосферного повітря в Україні належать підприємства теплової енергетики — теплоелектростанції та теплоелектроцентралі, які спалюють «брудне» викопне паливо. При цьому утворюються різні забруднювальні речовини (сполуки) та парникові гази. Найбільше значимі з них є суспендовані тверді частинки (зола), SO₂, сполуки азоту та парникові гази. Підприємства вугільної галузі викидають головним чином, пил, парникові та кислотні гази.

Обсяг викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел по Україні складає майже 5 млн. тон. Лише підприємства гірничо-металургійного комплексу викидають близько 3 млн. тонн сполук, 80% з яких є газоподібні речовини (SO₂, CO, (NO_x, аміак, фенол, сірководень, ціаністий водень та бензол).

Щорічно по всій Україні в атмосферу виділяється близько 17 млн тонн шкідливих речовин. На території України функціонує 1500 підприємств, що викидають в атмосферу шкідливі речовини. Загальна кількість відходів щороку збільшується на 12 млн тонн. Понад третину всіх промислових викидів шкідливих домішок у повітрі припадає на теплові станції, які використовують паливо. Найбільший внесок у викиди сірчистого ангідриду дають підприємства енергетики, чорної металургії та вугільної промисловості (їхня частка складає 80 % викидів). У викиди оксидів азоту головний внесок — 72 % — дають підприємства енергетики та металургії. Підприємства хімічної, нафтохімічної і газової промисловості дають найбільший внесок — 43 % — у викиди вуглеводнів. Найбільш високе забруднення атмосферного повітря характерне для Донецького і Придністровського регіонів України, а також навколо обласних центрів [2].

2. Біологічні методи очищення повітря.

Біохімічний метод очищення повітря від газів ґрунтується на здатності мікроорганізмів руйнувати й перетворювати різні сполуки. Сутність біохімічного методу полягає в аеробному розкладанні, окисленні і асиміляції мікроорганізмами уловлених домішок. Розкладання речовин відбувається під впливом ферментів, що виробляються мікроорганізмами під впливом окремих з'єднань або групи речовин, присутніх в очищуваній газі. Речовини розпадаються під дією ферментів, вироблених мікроорганізмами під впливом окремих сполук або групи речовин, наявних у газі, що очищується [4].

Поглинання та знешкодження шкідливих домішок, що містяться в повітрі, при біологічному очищенні здійснюється за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів. Особливістю методу є використання природних біологічних процесів без застосування чужих екологічній системі матеріалів і реагентів. Біохімічний метод газоочищення найбільше застосовується для очищення відвідних газів постійного складу. При частій зміні складу газу мікроорганізми не встигають адаптуватися до нових речовин і виробляють недостатню кількість ферментів для їх розкладання, внаслідок чого біологічна система матиме слабку руйнівну здатність відносно шкідливих компонентів газів. Високий ефект газоочищення досягається за умови, що швидкість біохімічного окислення вилучених речовин більша, ніж швидкість їх надходження із газової фази.

Біологічну очистку застосовують для знешкодження органічних розчинників, які є у вентиляційному повітрі виробництва пластичних мас, процесу нанесення лакофарбових покриттів, друкарень; для очищення відхідних газів хімічної та нафтової промисловості; для очищення повітря в тютюновій, парфумерній, фармацевтичній та інших галузях; для боротьби з неприємними запахами органічних речовин на м'ясокомбінатах і ферментних фабриках; для очищення сульфидсодержащих газів з каналізаційних камер.

У результаті життєдіяльності мікроорганізмів відбувається розкладання шкідливих речовин, що містяться в повітрі, і перетворення їх в менш небезпечні речовини. Наприклад, при розкладанні вуглеводнів виділяється діоксид вуглецю

CO₂, сірковмісних речовин - сірка S. При біологічному очищенні неорганічні сполуки, що містяться в газах (H₂S, NO₂, SO₂), окислюються до кислот з подальшою нейтралізацією лужними речовинами. Швидкість протікання біохімічних реакцій залежить від складу повітря, що очищається, концентрації в ньому аерозольних часток, а також від виду, кількості та активності мікроорганізмів. В якості середовища проживання мікроорганізмів в біофільтрі (насадці) застосовують компост, землю, торф, кору дерев, пластмасові елементи та ін. Активність мікроорганізмів залежить від температури, вологості, кислотності середовища, насичення киснем, наявності речовин для живлення мікроорганізмів у очищуемому повітрі.

При біологічному очищенні необхідно створити певний температурно-вологісний режим для мікроорганізмів, які є живими істотами і потребують певної середовищі і харчуванні. Якщо одна з умов (температура, вологість, відповідна живильне середовище) не створено, кількість мікроорганізмів різко зменшується і вони можуть загинути. Необхідно вибрати оптимальний вид мікроорганізмів та умови їх проживання з урахуванням виду очищуємої середовища і містяться в ній речовин [3].

Біологічний метод очищення може бути реалізований в апаратах або пристроях трьох типів:

1. у фільтрах з шаром зволоженого ґрунту або компосту, через який пропускається очищається газ при навантаженні до 100 мг / (кг · год);
2. в біофільтрах з інертною насадкою, на поверхні якої штучно вирощується біоплівка активного мулу (суспензія, що містить 5 ... 10 г / л активного мулу);
3. в апаратах барботажного типу (скрубберах) з водною суспензією мікродоростей хлорели або активного мулу.

Екологічна досконалість очищення газових викидів визначається відношенням досягається рівня знешкодження та екологічно прийняттого рівня забруднення біосфери.

3. Принцип функціонування біоскуберів.

Пристрої для біохімічного очищення газів діляться на дві групи: біологічні фільтри і біоскрубери.

Реактори, що використовуються для біологічного очищення викидів поділяються на мокрі і сухі. Мокрий реактор або біоскрубер працює як реактор із насадкою і протитоком рідини часто це стічні води. Витрати води такі, що на поверхні насадки утворюється біоплівка, але її ріст є суворо обмеженим для запобігання надмірного замулювання споруди. Забруднювальні компоненти викиду переносяться із повітря в рідину, після чого окиснюються мікрофлорою біоплівки.

Принцип функціонування біоскуберів відрізняється тим, що процес очищення повітря реалізовується у двох різних установках. На першому етапі токсичні речовини, що знаходяться у повітрі, а також кисень, розчиняються у воді. У результаті повітря виходить очищеним, а забруднена вода іде далі на очищення.

В біоскруберах витягнені із газів компоненти розкладаються при контактуванні їх з суспензією активного мулу, для чого можна використовувати скрубери найрізноманітнішої конструкції.

Біоскубери бувають різних моделей, найпоширенішими з них є: біоскруберна установка газоочищення вихідних газів при виробництві кераміки та біоскубер з насадкою «Полінет».

Біоскруберна установка газоочищення вихідних газів при виробництві кераміки. Вихідні гази надходять на очищення в двоступеневий насадковий абсорбер 1, перший ступінь якого зрошується слабокислою суспензією активного мулу і служить для вловлювання основних органічних і неорганічних домішок, а другий ступінь зрошується слаболужною суспензією активного мулу. рН середовища регулюють автоматично додаванням 20%-го розчину сірчаної кислоти чи гідроксиду натрію. На обох ступенях поглинач підживлюють фосфатом. Для компенсації втрат води при випаровуванні подають свіжу воду в об'ємі 0,2...1,2 м³/год.

Схема біоскруберної установки:

- 1 – насадочний абсорбер;
- 2 – ємність для живильних речовин;
- 3 – відстійники;
- 4 – ємність для кислотного оброблення;
- 5 – ємність для лужного оброблення.

У відстійники зі скрубера надходить 0,2 м³/год суспензії активного мулу, з яких 0,1 м³/год повертають на установку. Частину освітленої рідини постійно скидають, щоб запобігти накопиченню солей, які пригнічують розвиток мікроорганізмів. У неробочі періоди активний мул підживлюють конденсатом з вмістом 9000 мг БПК, аерацію здійснюють вентилятори.

Щорічна економія на експлуатаційних витратах при роботі даної установки порівняно з очищенням газів у звичайних абсорберах оцінюється в 10...20 тис. марок.

Установку виводять на робочий режим протягом 20 діб з потенціальним збільшенням часу добової експлуатації до розрахункових 17 год.

Біоскубер з насадкою «Полінет» складається із:

- 1 - водозливна тарілка;
- 2 - розподільвач;
- 3 - насадка;
- 4 - вентилятор

В біоскубері очищений газ пропускають крізь шар фільтра-насадки, який змочують водою для створення необхідної вологості, достатньої для підтримки життєдіяльності мікроорганізмів. Насадкою можуть бути природні (земля, торф, компост та ін.) або штучні матеріали. При використанні останніх на них спочатку вирощують біологічно активну плівку змочуванням водою або суспензією активного мулу.

Ефективна робота біофільтрів забезпечується завдяки рівномірному розподілу очищуваного повітря по всій фільтруючій поверхні, рівномірній вологості (20-50%) і щільності фільтруючого шару, підтримування оптимальних температур (25-35°C) і значення рН 6,5 - 8,5.

Основні вимоги, пропоновані до установок біологічної очистки повітря – біоскуберів полягають у простоті та експлуатаційній надійності конструкції, високій питомій продуктивності і високому ступеню очищення.

Питання для самоконтролю:

1. Які хімічні речовини вважають найпоширенішими газовими забруднювачами?
2. Які хімічні речовини у найбільших концентраціях присутні в повітрі міст України?
3. Для знешкодження яких хімічних забруднювачів використовують біологічну очистку застосовують?
4. Як працює біоскруберна установка газоочищення вихідних газів?

Список джерел використаної літератури:

1. Болбас М.М. Основи промислової екології. Київ : 1996.
2. Єріна А.М. Методологія наукових досліджень: навч. посібник. – К.: МОН, 2004. – 216 с.
3. Кучерявий В.П. Екологія. — Львів: Світ, 2000. — 500 с.
4. Основи екологічних знань. Навчальні матеріали / За ред. В.І. Поліщука, Л.П. Царика. — Тернопіль: видавництво «Тернопіль», 1994.
5. Сафранов Т. Екологічні основи природокористування: Навчальний посібник. -Львів: Новий Світ-2000, 2006.

Тести

Рівень 1

1. До основних антропогенних забруднювачів довкілля належать речовини, що викидаються промисловими підприємствами, транспортом, іонізуюче випромінювання.

а) так

б) ні

2. Серед твердих часток промислових димів найпоширеніші частки вугілля; зола; хлориди.

а) так

б) ні

3. Поглинання та знешкодження шкідливих домішок, що містяться в повітрі, при біологічному очищенні здійснюється за рахунок іонізації.

а) так

б) ні

4. Смоги бувають декількох типів.

а) так

б) ні

5. Понад третину всіх промислових викидів шкідливих домішок у повітрі припадає на гідроелектростанції.

а) так

б) ні

6. Особливістю методу є використання природних біологічних процесів та застосування чужих екологічній системі матеріалів і реагентів.

а) так

б) ні

7. При біологічному очищенні необхідно створити певний температурно-вологісний режим для мікроорганізмів.

а) так

б) ні

8. Принцип функціонування біоскуберів відрізняється тим, що процес очищення повітря реалізовується у багатьох різних установках.

а) так

б) ні

9. Насадкою-фільтром у біосрубери можуть бути природні та штучні матеріали.

а) так

б) ні

10. Основні вимоги, пропоновані до установок біологічної очистки повітря полягають у простоті та експлуатаційній надійності конструкції.

- а) так
- б) ні

Рівень 2

1. Основна маса забруднень повітря припадає на спалювання:

- а) сірки
- б) листя
- в) органічних енергоносіїв.

2. Сьогодні забруднення повітря в містах у 150 разів вище, ніж:

- а) над океаном
- б) у сільській місцевості
- в) у горах.

3. Хімічні реакції, які відбуваються в повітрі за участі окису азоту, призводять до виникнення:

- а) кислотних дощів
- б) озонових дір
- в) смогу.

4. До основних забруднювачів атмосферного повітря в Україні належать підприємства:

- а) ГЕС
- б) ТЕС
- в) ГАЕС.

5. Щорічно по всій Україні в атмосферу виділяється шкідливих речовин:

- а) близько 1 млн тонн
- б) близько 12 млн тонн
- в) близько 17 млн тонн.

6. Біохімічний метод газоочищення найбільше застосовується для очищення відвідних газів:

- а) постійного складу
- б) тимчасового складу
- в) регульованого складу.

7. Активність мікроорганізмів залежить від:

- а) температури
- б) тиску
- в) світла.

8. Реактори, що використовуються для біологічного очищення викидів поділяються на:

- а) електричні та безелектричні
- б) мокрі та сухі
- в) швидкі та помірні.

9. Принцип функціонування біоскуберів відрізняється тим, що процес очищення повітря реалізовується:

- а) у двох різних установках
- б) у двох однакових установках
- в) у трьох і більше різних установках.

10. На першому етапі роботи біоскубера токсичні речовини, що знаходяться у повітрі, а також кисень:

- а) не розчиняються
- б) розчиняються у хлороводні
- в) розчиняються у воді.

Рівень 3

1. Описати основні забруднювачі повітря у містах України.
2. Який режим потрібно створити для мікроорганізмів, що мають здатність очищати повітря?
3. Для знешкодження яких токсичних речовин повітря застосовують біологічну очистку?
4. Основні функції та механізм роботи біоскуберів.
5. Описати найпоширеніші види біоскуберних установок.