

Zwalczanie zanieczyszczenia powietrza – systemy i ich zastosowanie

Metody

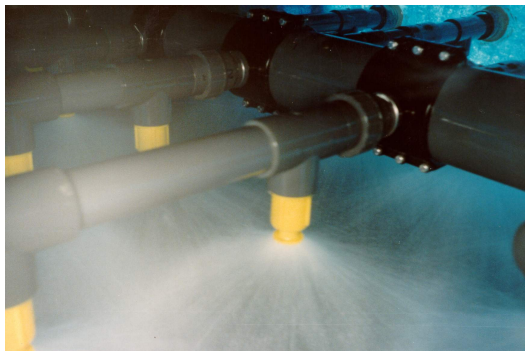
Metody usuwające szkodliwe lub/i nieprzyjemnie pachnące substancje z powietrza lub gazów procesowych to:

- płuczka gazowa lub płuczka powietrza
- skruber venturi
- biopłuczka
- płuczka chemiczna
- płuczka odorów
- absorber amoniaku
- płuczka siarkowodoru
- odsiarczanie biogazów
- chłodnica / kondensator
- nawilżacz powietrza
- wylapywacz pyłów
- biofiltr
- filtr z węglem aktywnym
- dopalacz
- kombinacje wyżej wymienionych systemów

Woda jako medium płuczące

W płuczce gazowej i powietrznej, skruberze venturi, biopłuczce i w pewnym sensie w biofiltrze jako medium absorpcyjnego używa się wody. Powodem tego jest fakt, że woda jest względnie tania i niemal wszędzie dostępna. Poza tym do oczyszczania ścieków prawie wszędzie dostępne są instalacje oczyszczające.

Inne medium absorpcyjne jest możliwe, ale musi być to ciecz przyjazna dla środowiska, nietworząca własnego ciśnienia pary, bo wtedy szkody byłyby większe niż już istniejące uciążliwości. Raczej nie stosuje się innego medium absorpcyjnego niż woda. Przeprowadzane są eksperymenty z emulsjami i zawiesinami cieczy organicznych w wodzie.



System nawadniania w płuczce gazowej

Dlaczego płuczki gazowe/ płuczki powietrza?

Z wyżej wymienionych metod najczęściej stosuje się płuczki gazowe lub powietrza, ponieważ urządzenia te mają stosunkowo kompaktową konstrukcję, ich wydajność jest relatywnie wysoka, proces absorpcji może pozostawać pod kontrolą, a opór powietrza (= zużycie energii) jest stosunkowo niski.

Biopłuczka

Najbardziej przyjaznym dla środowiska wariantem płuczek gazowych i płuczek powietrza jest biopłuczka.

W tej płuczce absorbowane są zanieczyszczenia powietrza w fazie wodnej. Cyrkulująca woda zawiera samoczynnie lub sztucznie wygenerowane aktywne złoża mikrobiologiczne, które resorbują rozpuszczone zanieczyszczenia i przetwarza je na produkty nieszkodliwe dla środowiska takie jak kwas węglowy i woda.

Biopłuczka musi być zawsze połączona z prostą biologiczną oczyszczalnią wody w formie specjalnego zbiornika buforowego, aby mikroorganizmy miały dostateczną ilość czasu, by rozłożyć zanieczyszczenia. Samo przez się mówi, że biopłuczka będzie tylko wtedy skuteczna, jeśli zanieczyszczenia będą miały charakter organiczny i nie będą trujące dla mikroorganizmów. Efekt działania biopłuczki jest ściśle związany z rodzajem zanieczyszczeń. Jeśli są one słabo rozpuszczalne lub nierozpuszczalne w wodzie, efekt działania będzie słaby.

Płuczka chemiczna

W innych przypadkach płukania powietrza absorbowane są w wodzie zdefiniowane substancje chemiczne takie jak dwutlenek siarki, amoniak, siarkowodór itp. Ponieważ woda w dużych ilościach jest drogocenna, dlatego też cyrkuluje ona w płuczce powietrza i częściowo jest odświeżana. Minusem tej metody jest to, że w strumieniu powietrza powstaje częściowe ciśnienie par substancji pobranych przez wodę i w niej rozpuszczonych, co stanowi przeszkodę w dalszej absorpcji. Dlatego do wody dodawane są chemikalia takie jak ług sodowy czy kwas siarkowy w celu chemicznego związania absorbowanych substancji, w wyniku czego zmniejsza się ciśnienie par i możliwa jest kontynuacja procesu. Poza ługiem i kwasem dozowane są także substancje utleniające takie jak podchloryn sodu lub nadtlenki wodoru, podczas gdy jest także stosowana woda zawierająca ozon.

Stosowanie innych chemikaliów jest drogie i/lub powoduje problemy przy oczyszczaniu ścieków.

Z punktu widzenia fizyki, działanie płuczki powietrza jest ograniczone do zanieczyszczeń, które są rozpuszczalne w wodzie w stopniu dobrym do bardzo dobrego. Z chemicznego zaś punktu widzenia dochodzi jeszcze fakt, że rozpuszczone zanieczyszczenia muszą być zdolne do szybkich

reakcji chemicznych z dozowanymi substancjami chemicznymi.

Na koniec należy mieć też na uwadze, że czas pozostawiania uzdatnianego powietrza w wodzie wynosi od dziesiątych części sekundy do kilku sekund i w tym czasie musi się wiele wydarzyć: proces absorpcji i reakcja chemiczna - oba procesy musi charakteryzować duża wydajność, podczas gdy koncentracja zarówno zanieczyszczeń jak i dozowanych chemikaliów musi pozostać jak najniższa.

Płuczka odorów

Płuczki powietrza są stosowane także do ograniczenia emisji odorantów. Problemem jest tutaj fakt, że nieprzyjemny zapach to najczęściej nieznaną mieszaniną różnych komponentów o nieprzyjemnym zapachu. Zaś z chemicznego punktu widzenia składniki jej mogą posiadać zupełnie różne cechy w odniesieniu do siebie nawzajem, a poza tym nie muszą wykazywać wysokiej reaktywności, w wyniku czego dodawanie chemikaliów daje niewielkie rezultaty. Emisje odorantów w są typowe dla procesów produkcji, podczas których powstają. Jest tak wiele rodzajów uciążliwych zapachów jak wiele jest procesów produkcji. Skład nieprzyjemnych zapachów zmienia się także szybko w zależności od zmian w procesie produkcji.

Reasumując można stwierdzić, że trudno przewidzieć, jaki będzie efekt działania płuczki odorów w konkretnym przypadku. Zainstalowanie płuczki próbnej, do której będzie docierała reprezentatywna część strumienia nieprzyjemnie pachnącego powietrza przez reprezentatywny okres czasu, jest zalecaną metodą sprawdzenia, czy dana płuczka jest odpowiednia do zwalczania danego nieprzyjemnego zapachu.

Poza tym mierzenie efektu usuwania nieprzyjemnych zapachów jest sprawą dyskusyjną. Metoda olfaktometryczna pomiaru zapachu wykazuje mały stopień odtwarzalności i poza tym mierzona jest tutaj intensywność zapachu, a rodzaj zapachu nie zostaje uwzględniony.

Oficjalna norma percentylowa w odniesieniu do uciążliwości wywołanej przez odoranty pozostawia możliwość na incydenty związane z ich zwiększoną uciążliwością.

Ocena, czy w tym przypadku uciążliwość nieprzyjemnych zapachów mieści się w granicach normy, jest niemożliwa i poza tym zawsze znajdują się w otoczeniu osoby wrażliwe, które zapach będą odczuwały jako uciążliwy.

Unikanie uciążliwości wywołanej nieprzyjemnymi zapachami poprzez stosowanie płuczek powietrza, biopłuczek i biofiltrów zawsze pozostanie mniej lub bardziej problematyczną sprawą.

Absorber amoniaku

Ze względu na regulacje wydane przez rząd mające na celu drastyczną redukcję całkowitej emisji amoniaku w Holandii, absorber amoniaku stał się popularnym urządzeniem.

Procesy, przy których uwalniany jest amoniak, to m. in.

- kompostowanie odpadów roślinnych ze szklarni oraz odpadów z warzyw, owoców i odpadów

- ogrodniczych
- przeróbka obornika kurzego i świńskiego
- przygotowanie obornika pod uprawę pieczarek
- intensywne hodowla bydła
- przetwarzania osadów z oczyszczalni odpadów



Absorber amoniaku

Amoniak jest typowym przykładem substancji, która, gdy tylko zostanie pochłonięta przez wodę, szybko wykazuje tzw. ciśnienie wsteczne, co przeciwdziała dalszej absorpcji.

Prawie nigdzie nie ma dużych ilości wody niezawierającej amoniaku, a jeśli są dostępne, nie można ich odprowadzić. Dlatego amoniak jest usuwany z powietrza za pomocą absorberów chemicznych.

W wyniku dodawania kwasu siarkowego lub kwasu azotowego powstaje siarczan amonu względnie azotan amonu, czyli substancje, które w zasadzie można poddawać recyklingowi w celu produkcji nawozów sztucznych, substratów płynnych lub jako źródło azotu przy oczyszczaniu ścieków w celu zastępowania mocznika.

Proces absorpcji musi być stworzony w taki sposób, aby uzyskać ciecz o wysokiej koncentracji soli amonowych, w przeciwnym razie powstają mogą problemy z objętością przy transporcie i przeróbce. W absorberze możliwe jest uzyskanie roztworów 20-40 %.

Pomimo faktu, że amoniak jest w znacznym stopniu nityfikowany w biofiltrze, często konieczne jest w celu ochrony biofiltra wstępne płukanie powietrza w celu usunięcia większości amoniaku.

Płuczka siarkowodoru

Częstym problemem jest powstawanie siarkowodoru jako następstwa beztlenowego procesu gnicia wody kanalizacyjnej, który ma miejsce w systemie przewodów zanim dotrze do instalacji oczyszczającej. Przy zbieraniu tej wody w jednym kolektorze uwalniany jest siarkowódór. Początkowo odprowadzano zasysane powietrze przez biofiltr. Widoczne było jednak, że biomasa zakwaszała się jako skutek tworzenia się kwasu siarkowego w wyniku mikrobiologicznej oksydacji siarkowodoru. Obecnie stosuje się podłączone

wstępne płuczki chemiczne, w których za pomocą ługu sodowego wyłapywana jest z powietrza większość siarkowodoru. Poza tym powietrze jest w płuczce dobrze nawilżane.

Odsiarczanie biogazów

Wariantem płuczki siarkowodoru znajdującego się w powietrzu jest instalacja odsiarczająca biogaz. Biogaz, który w stosunkowo dużych ilościach powstaje m.in. podczas beztlenowego oczyszczania ścieków i przy przeróbce gnojówki, może zawierać dość duże ilości siarkowodoru, co stanowi skutek mikrobiologicznej redukcji związków siarki. Gaz nie może zostać spalony na powietrzu ze względu na wysoką emisję dwutlenku siarki. Poza tym przy spalaniu na powietrzu tracona jest możliwa do wykorzystania energia. Spalanie biogazu w kotle parowym, przeważnie zmieszanego z gazem ziemnym, powoduje poza problemem z dwutlenkiem siarki także problemy z korozją w instalacji kotła. To samo dotyczy spalania biogazu w silnikach gazowych w procesie gospodarki energetycznej skojarzonej.

W płuczce biogazowej siarkowodor jest wiązany w środowisku alkalicznym tworząc podsiarczyny. W związku z dużą zawartością kwasu węglowego w biogazie płuczka biogazu musi być specjalnie przystosowana do selektywnej absorpcji, w innym przypadku zużycie chemikaliów stanie się zbyt duże.

Stworzony roztwór podsiarczynów jest przeważnie dostarczany do beztlenowego poziomu instalacji oczyszczania ścieków, gdzie jest stosunkowo szybko utleniany do nieszkodliwego dla środowiska siarczanu.



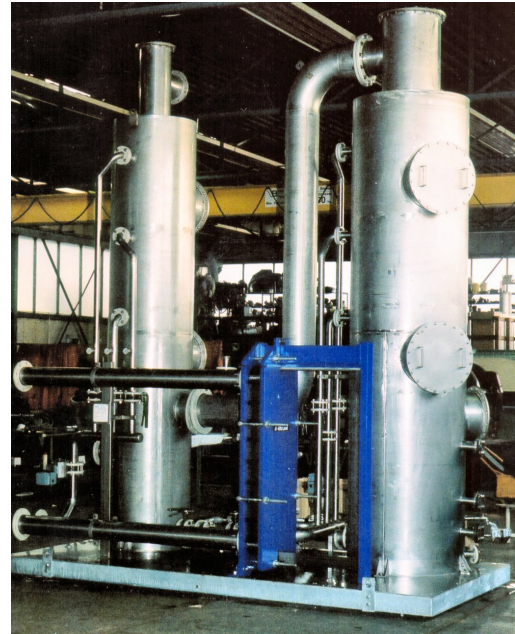
Instalacja odsiarczania biogazu

Odsiarczanie dymów

Szczególnie podczas spalania węgla i produktów olejowych dochodzi do uwalniania dwutlenku siarki. Popularne są tutaj instalacje do odsiarczania dymów. Są to płuczki, w których dwutlenek siarki jest przekształcany za pomocą wapna lub innej substancji zasadowej np. w siarczek (gips). Tak powstały gips wraz z domieszką na przykład makulatury poddaje się w Holandii procesowi recyklingu. Produktem końcowym tego procesu są płyty.

Chłodnica / kondensator

Wiadomo, że wilgotne pary o relatywnie wysokiej temperaturze, np. pochodzące z procesów pieczenia i smażenia oraz z dekarbonizacji syropu cukrowego oraz podczas procesów kompostowania, mogą wykazywać dużą zawartość odorantów. Efekt usuwania nieprzyjemnych zapachów przy dobrym schłodzeniu tych par jest bardzo wyraźny. Podczas takiego chłodzenia powstaje duża ilość pary wodnej, w której odprowadzane są odoranty. Poza tym pary te są często zanieczyszczone substancjami stałymi i w związku z ryzykiem zanieczyszczenia mniej nadają się do bezpośredniego schładzania na przykład w wiązkowych kondensatorach rurowych. Poza tym bezpośrednio ciepło nie jest samoczynnie przenoszone z par, które zawierają dużą ilość powietrza.



Dwustopniowe urządzenie: chłodnica / kondensator

Rozwiązaniem tutaj jest bezpośrednio urządzenie chłodnica/kondensator, w którym strumień pary styka się z cyrkulującym kondensatem. W systemie cyrkulacyjnym zintegrowany jest wymiennik ciepła ciecz/ciecz, w którym ciepło pochodzące z kondensacji może być odprowadzane do wtórnego systemu chłodzenia takiego jak wieża chłodząco-odparowująca lub chłodzona powietrzem chłodnica wody.

Nawilżacz powietrza

Płuczka powietrza jest w zasadzie wydajną instalacją do nawilżania powietrza, przyłączoną przed biofiltrem, mającą zapewnić, by biomasa pozostała dostatecznie wilgotna.

Wylapywacz pyłów

Pluczka powietrza, jeśli w tym celu została skonstruowana, jest także dobrym wylapywaczem pyłów. Pył ma intensywny kontakt z cyrkulującą wodą. Jest on nawilżany, staje się przez to cięższy, zbija się z innymi cząstkami pyłu i w większości przypadków może zostać odseparowany jako osad. Osad ten może w określonych przypadkach zostać ponownie włączony do procesu produkcji.

Biofiltr

Biofiltracja jest, tak samo jak biopłukanie, procesem przyjaznym dla środowiska. Zanieczyszczone powietrze, po intensywnym nawilżeniu, wystarczającym schłodzeniu i pozbawieniu zakwaszających je substancji takich jak amoniak i siarkowodor, prowadzone jest przez wilgotną biomasę. Tutaj w rzeczywistości odbywa się ten sam proces, który stosowany jest w biopłucze, czyli absorpcja w wilgoci biomasy i resorpcja zanieczyszczeń przez żyjące w wilgoci mikroorganizmy.

Ponieważ resorpcja wymaga czasu, powietrze musi przebywać jakiś czas w biofiltrze. Oznacza to niskie obciążenie powierzchni biofiltra i stosunkowo duży filtr.

Do przeprowadzenia dobrej biofiltracji konieczna jest wcześniejsza klimatyzacja powietrza. Biofiltracja może być określana jako kombinacja płuczki powietrza i biofiltra. Biofiltr wykazuje często wyższy opór powietrza niż płuczka powietrza. Jest to zależne od typu biomasy, od prędkości mineralizacji i stanu filtra.



Biofiltr z przyłączonym wstępnie nawilżaczem powietrza

Filtr z węglem aktywnym

Zanieczyszczenia w formie gazowej, które są nierozpuszczalne w wodzie lub rozpuszczalne tylko w niewielkim stopniu, takie jak większość węglowodorów, mogą być usunięte z powietrza za pomocą filtra z węglem aktywnym.

Zanieczyszczenia są tutaj adsorbowane przez węgiel aktywny. Po upływie określonego czasu masa węglowa staje się nasycona i musi zostać wymieniona. Zużyty węgiel musi być traktowany jako odpad chemiczny.

Filtry z węglem aktywnym są często stosowane przy usuwaniu lekko uciążliwych zapachów, ale ze względu na duże koszty rzadziej są stosowane w przypadku dużych strumieni powietrza.

W zasadzie możliwe jest uzdatnienie zużytego węgla za pomocą wydmuchania parą adsorbowanych przez filtr zanieczyszczeń. Te czynności opłacają się tylko wtedy, gdy chodzi o bardzo duże instalacje i duże ilości węgla aktywnego.

Podczas regeneracji filtra należy zadbać o to, aby wyrzucane zanieczyszczenia nie dostały się do środowiska.

Przy dymensjonowaniu filtrów z węglem aktywnym ważne jest, aby wiedzieć, że istnieje wyraźny związek pomiędzy stopniem nasycenia węgla i koncentracją zanieczyszczeń w powietrzu. Im niższa jest ta koncentracja, tym niższy jest stopień nasycenia i tym krótszy czas użytkowania filtra. Powietrze uzdatniane za pomocą filtra z węglem aktywnym musi być wolne od substancji stałych i posiadać względną wilgotność < 70 %. W przeciwnym razie filtr zapcha się lub ziarenka węgla posklejają się. Opór powietrza zwiększa się, a działanie filtra słabnie. Pary tłuste mają także niekorzystny wpływ na działanie filtra z węglem aktywnym.

Poza tym efekt adsorpcji szybko spada w miarę wzrostu temperatury.

Reasumując, przy użyciu filtra z węglem aktywnym należy mieć na uwadze wszystkie wymagania dodatkowe istotne dla tej metody.



Instalacja filtracyjna z węglem aktywnym

Dopalacz

Inną metodą usuwania zanieczyszczeń gazowych z powietrza jest dopalanie.

Oczywiście musi istnieć możliwość przetworzenia zanieczyszczeń powstałych przez spalanie do produktów nieszkodliwych dla środowiska. Odnosi się to przede wszystkim do węglowodorów takich jak aceton, styren, propanol itp.

Węglowodory chlorowane, takie jak tri, tetra i chlorki metylenu tworzą podczas spalania kwas solny oraz inne, czasem bardzo trujące związki pochodne chloru. W takim przypadku samo spalanie nie wystarczy - musi się odbyć jeszcze obróbka dodatkowa.

Ogólnie zakłada się, że podczas dopalania temperatura musi osiągnąć 800 stopni Celsjusza w celu zapewnienia całkowitego rozpadu zanieczyszczenia na podstawowe składniki. W związku ze stosunkowo wysoką temperaturą

dopalanie jest procesem kosztownym.
Alternatywą może tu być tzw. dopalanie katalityczne oraz dopalanie rekuperacyjne.
Przy dopalaniu katalitycznym, które odbywa się w temperaturze ok. 300-400 stopni Celsjusza, należy uważać, aby katalizator nie został zatruty.
Nakłady inwestycyjne w porównaniu z innymi systemami są dość wysokie.

Kombinacje

Oczywiste jest, że musi istnieć możliwość kombinowania ze sobą wyżej opisanych systemów w celu uzyskania optymalnego rozwiązania problemu.
Często różne funkcje mogą być zintegrowane w jednym urządzeniu. Staje się jasne, że urządzenia do oczyszczania powietrza opisane tutaj nie mogą być analizowane bez uwzględnienia konkretnego rodzaju emisji zanieczyszczeń.
W większości przypadków należy szukać indywidualnych rozwiązań za pomocą metody taylor – made hardware.



Rekuperacyjne termiczne urządzenie dopalające