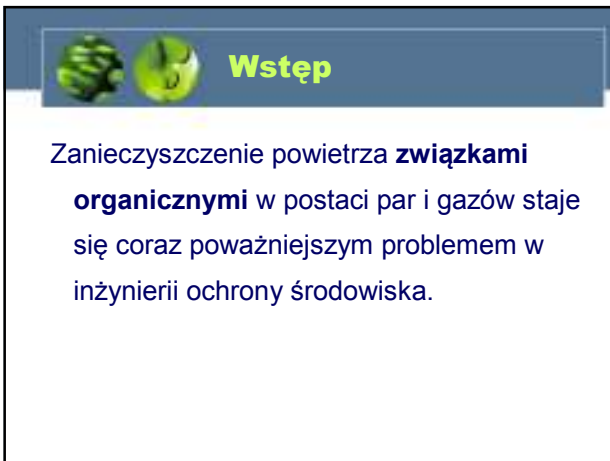




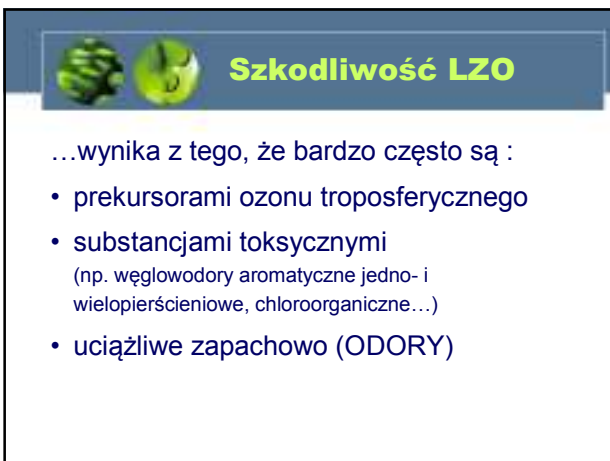
Oczyszczanie gazów odlotowych z zanieczyszczeń organicznych. Dezodoryzacja.

Kazimierz Warmański
UWM w Olsztynie
Wykład – Ochrona środowiska



Wstęp

Zanieczyszczenie powietrza **związkami organicznymi** w postaci par i gazów staje się coraz poważniejszym problemem w inżynierii ochrony środowiska.



Szkodliwość LZO

...wynika z tego, że bardzo często są :

- prekursorami ozonu troposferycznego
- substancjami toksycznymi
(np. węglowodory aromatyczne jedno- i wielopierścieniowe, chloroorganiczne...)
- uciążliwe zapachowo (ODORY)



Źródła LZO

Zanieczyszczenia tego typu powstają przede wszystkim podczas **malowania i lakierowania** (wykańczania elementów czy produktów) preparatami na bazie rozpuszczalników organicznych.



Źródła LZO

Lotne związki organiczne są ponadto emitowane w gazach odlotowych rozmaitych technologii przemysłowych, np.

- produkcji tworzyw sztucznych,
- środków farmaceutycznych,
- chemii organicznej,
- chemii gospodarczej,
- przemyśle gumowym,
- przemyśle spożywczym.



Źródła LZO

Innymi źródłami LZO są:

- przeróbka i dystrybucja paliw
- transport (spaliny silnikowe)
- składowanie, przeróbka i utylizacja odpadów i ścieków
- produkcja i stosowanie asfaltów
- spalanie paliw w paleniskach domowych
- chów zwierząt (odory!!!)



Główne grupy LZO:

- **węglowodory alifatyczne** (alkany, alkeny, alkiny, np. etan, etylen, acetylen, izobutan)
- **węglowodory pierścieniowe** (cykloalkany)
w/w są prekursorami ozonu, z reguły małow toksyczne
- **węglowodory aromatyczne** (np. benzen, toluen, etylobenzen, ksyleny = BTEX; *rakotwórcze*)

Uwaga: WWA nie są lotne! W powietrzu występują jako aerozole



Główne grupy LZO:

- **chlorowcowane węglowodory** (np. chlorometan, trichloroetan) - *toksyczne!*
- **nitrowane węglowodory** (np. nitrobenzen) – *rakotwórcze*



Główne grupy LZO:

- **alkohole i fenole** (metanol, etanol, propanole, butanole; fenol, krezole)
- **karbonyłowe pochodne** (np. formaldehyd – *rakotwórczy!*; acetaldehyd, akroleina, aceton)
- **kwasy karboksylowe i estry** (np. kwas mrówkowy, octowy, masłowy; octan etylu, maślan metylu)

w/w są dość często drażniące lub silnie zapachowe, są także prekursorami ozonu troposferycznego



Główne grupy LZO:

- **heterocykliczne związki organiczne** zawierające m.in. azot, tlen, siarkę (np. indol, skatol, pirydyna) – **ODORY**
- **alifatyczne związki siarki** (np. merkaptany) – *silne ODORY*
- **aminy alifatyczne** (np. trietyloamina) – *silne ODORY*
- **aminy aromatyczne** (np. anilina – *toksyczna*)



Usuwanie LZO

Takie gazy odlotowe charakteryzują się złożonością składu chemicznego – nie ma więc jednej uniwersalnej metody oczyszczania.



Usuwanie LZO

Usuwanie związków organicznych z gazów odlotowych można dokonać wykorzystując następujące procesy:

- utlenianie (głównie do CO_2 , H_2O)
- adsorpcję
- absorpcję
- kondensację (skraplanie par)



Utlenianie

Najlepszym procesem jest tutaj **utlenianie**, ponieważ wykorzystując **samą adsorpcję** bądź **absorpcję** tylko wyizolujemy związki organiczne ze strumienia gazów odlotowych, z którymi coś potem trzeba będzie zrobić.



Utlenianie

Utlenianie związków organicznych można przeprowadzić kilkoma sposobami:

1. spalanie w płomieniu (temp. ~1500 K)
2. spalanie termiczne (900-1400 K)
3. utlenianie katalityczne (500-900 K)
4. metody biologiczne (280-330 K, opt. 310 K)



Utlenianie

Produktami utleniania LZO są:

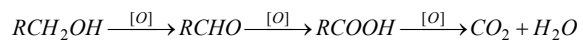
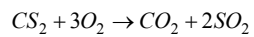
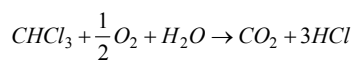
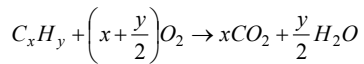
- CO₂
- H₂O

oraz w zależności od składu i przebiegu procesu:

- HCl, SO₂, NO_x, inne LZO, sadza i in.



Utlenianie





1). Bezpośrednie spalanie w płomieniu

W praktyce stężenia zanieczyszczeń w gazach odlotowych są niewielkie, dlatego metody spalania bezpośredniego są rzadko stosowane. W takich mieszaninach powietrza z zanieczyszczeniami zawartość tlenu wielokrotnie przewyższa jego zapotrzebowanie wynikające ze stechiometrii reakcji.



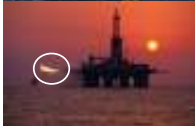
1). Bezpośrednie spalanie w płomieniu

Zastosowanie – spalanie odpadowych gazów palnych:

- w rafineriach
- na polach naftowych
- niekiedy w oczyszczalniach ścieków (gazy fermentacyjne)



1). Bezpośrednie spalanie w płomieniu





2). Spalanie termiczne

Stosuje się gdy:

- stężenie LZO jest zbyt małe, aby podtrzymać płomień lub/i
- nie można wykorzystać metod katalitycznych (*mieszanka gazów zawiera składniki, które mogą powodować szybką dezaktywację katalizatora*)

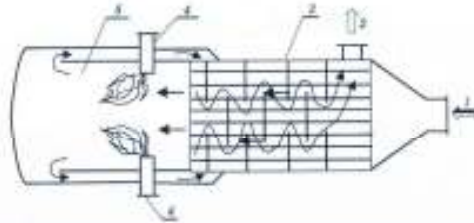


2). Spalanie termiczne

W pierwszym przypadku, aby uzyskać pożądaną temperaturę rzędu 900-1400 K, należy użyć dodatkowego paliwa, w drugim natomiast – niekoniecznie.



2). Spalanie termiczne



Rys. Przykład nowoczesnego lokalnego instalacji do spalania termicznego: 1 – wlot gazu surowych, 2 – wlot gazu oczyszczonych, 3 – wymiennik ciepła płaszczyznowo-turbinowy, 4 – palniki, 5 – komora spalania



2). Spalanie termiczne

Zastosowanie – niektóre procesy:

- lakierowania i emaliowania,
- suszenia powłok malarskich
- żelowania PCV
- wędzenia
- przeróbki asfaltów (oksydacja)



3). Utlenianie (spalanie) katalityczne

Szybkość reakcji chemicznej (w tym utleniania) można zwiększyć, prowadząc reakcję w obecności pewnych substancji zwanych **katalizatorami**.



3). Utlenianie (spalanie) katalityczne

Zależność szybkości reakcji od temperatury przedstawia równanie Arrheniusa:

$$k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{R \cdot T}}$$
$$v = k \cdot [S]$$

k – stała szybkości reakcji
 A – współczynnik częstości zderzeń
 R – stała gazowa
 T – temperatura bezwzględna
 E_a – energia aktywacji
 v – szybkość reakcji
 $[S]$ – stężenie substratu



3). Utlenianie (spalanie) katalityczne

KATALIZA polega na obniżeniu energii aktywacji reakcji, przez co rośnie znacznie wartość stałej szybkości reakcji.

Następuje to na skutek zmiany mechanizmu reakcji po utworzeniu struktur przejściowych typu katalizator–cząsteczka, łatwiej reagujących niż cząsteczka pierwotna.



3). Utlenianie (spalanie) katalityczne

- Katalizatory sprawiają, że reakcja przebiega z zadowalającą szybkością w znacznie niższej temperaturze.
- Katalizator obecny w układzie reagującym nie zużywa się, ale może ulec dezaktywacji (np. „zatruciu”)



3). Utlenianie (spalanie) katalityczne

Układy katalityczne są złożone. Występują w formie:

- katalizatora osadzonego na metalach w kształcie wstęg (pakiety)
- katalizatora osadzonego na ceramicznym nośniku
- metali pokrytych cienką warstwą ceramiczną z naniesionym katalizatorem



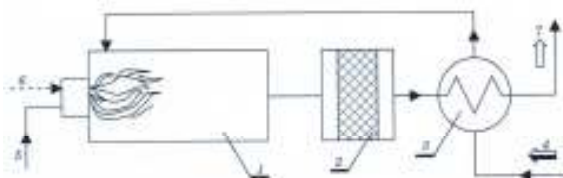
3). Utlenianie (spalanie) katalityczne

Najlepszymi katalizatorami są:

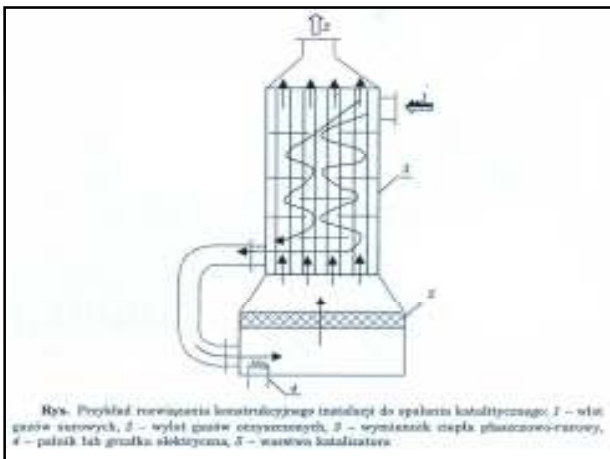
- metale szlachetne – VIII grupy układu okresowego (**Pt**, Rh, Pd)
- tlenki niektórych metali (**V**, **Ti**, **Al**, Co, Cr, Cu, Mn, Zn, Bi, Fe, Ni oraz **lantanowców**) np. LaCoO_3 , V_2O_5 , Al_2O_3



3). Utlenianie (spalanie) katalityczne



Rys. Schemat instalacji spalania katalitycznego: 1 - podgrzewacz, 2 - reaktor, 3 - wymiennik ciepła, 4 - wlot gazów surowych, 5 - dopływ paliwa, 6 - dopływ dodatkowego powietrza, 7 - wylot gazów oczyszczonych



4). Metody biologiczne

W przyrodzie istnieje wielka różnorodność mikroorganizmów mających zdolność przyswajania materii organicznej. Efektem tego jest m.in. oczyszczanie i odnawianie środowiska.

Niektóre szczepy bakterii potrafią przystosować się do rozkładu substancji organicznych nie spotykanych w naturalnym środowisku.

4). Metody biologiczne

Biologiczne oczyszczanie gazów odlotowych opiera się na dwóch głównych procesach, którymi są:

- absorpcja zanieczyszczeń w wodzie,
- biologiczny rozkład pochłoniętych zanieczyszczeń.



4). Metody biologiczne

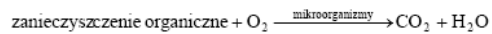
Efekt wspólnego oddziaływania w/w procesów jest taki, że:

- wskutek absorpcji gazy zostają oczyszczone,
- wskutek biologicznego rozkładu zanieczyszczeń zachodzi regeneracja sorbentu.



4). Metody biologiczne

Uprozczone równanie biodegradacji LZO





4). Metody biologiczne

Warunki i ograniczenia prowadzenia procesu biologicznego oczyszczania gazów:

- usuwane z gazów odlotowych zanieczyszczenia muszą być podatne na rozkład biologiczny,
- zanieczyszczenia muszą być rozpuszczalne, choćby tylko słabo, w wodzie stanowiącej środowisko życia mikroorganizmów,



4). Metody biologiczne

- temperatura oczyszczanych gazów musi się mieścić w zakresie aktywności biologicznej mikroorganizmów (0-55 °C, optimum **37-40 °C**),
- oczyszczane gazy nie mogą zawierać substancji trujących dla mikroorganizmów, np. związków metali ciężkich czy oparów kwasów.



4). Metody biologiczne

W praktyce gazy są oczyszczane biologicznie przede wszystkim w takich instalacjach jak:

- biofiltry (filtry biologiczne)
- biopłuczki (płuczki biologiczne)



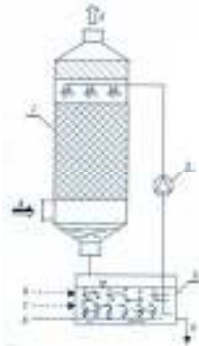
Biopłuczki

Specyfiką płuczek biologicznych jest to, że medium roboczym jest wodna zawiesina mikroorganizmów.

LZO rozpuszczają się w wodzie, a następnie rozkładane są przez bakterie tlenowe, podobnie jak to ma miejsce w biologicznych oczyszczalniach ścieków.



Biopłuczki



Wzr. 8.8. Schemat płuczki biologicznej:
 1 - dystrybutor, 2 - łopata odbiorcza, 3 - materiał filtracyjny, 4 - pompa, 5 - zbiornik wody czystej, 6 - tlenki powietrza, 7 - osadnik osadu, 8 - doprowadzenie powietrza do tleniących, 9 - odprowadzenie osadu do zbiornika osadu czynnego.



Biofiltry

- Głównym elementem filtra biologicznego jest warstwa materiału filtracyjnego (porowatego wypełnienia), który zasiedlony jest przez heterotroficzne mikroorganizmy tlenowe.
- Materiałem filtracyjnym mogą być np. torf, kompost, żyzna warstwa gleby i inne materiały organiczne.



Biofiltry

- Dobry materiał filtracyjny powinien mieć:
- dużą porowatość,
 - dużą powierzchnię właściwą,
 - małe opory przepływu gazu,
 - dużą zdolność zatrzymywania wody,
 - słaby zapach własny,
 - niskie koszty pozyskania,
 - dostępność,
 - dużą gęstość zasiedlenia mikroorganizmami,
 - dużą trwałość,
 - niewielkie wymogi pielęgnacyjne.



Biofiltry

Zastosowanie:

- **DEZODORYZACJA** gazów odlotowych (kompostownie, oczyszczalnie ścieków, zakłady przetwórstwa odpadów zwierzęcych i rybnych, chlewnie oraz ферmy drobiu),
- **usuwanie LZO** podatnych na biorozkład w lakierniach, odlewniach lub drukarniach.

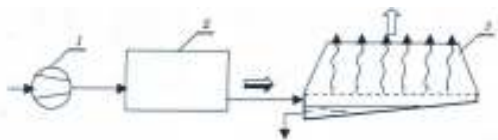


Dezodoryzacja

- inaczej – proces **odwaniania** (nie mylić z odwadnianiem !)
- polega na usuwaniu z gazów odlotowych substancji o charakterze zapachowym (odorów) lub przekształcenie ich w bezwonne formy
- można ewentualnie zamaskować ich nieprzyjemny zapach innym, przyjemnym



Biofiltry



Rys. 6.8. Schemat biofiltru: 1 – wtryskiwacz; 2 – urządzenie do kondycjonowania gazu; 3 – zbiór filtracyjny



Biofiltry

Spośród metod biologicznego oczyszczania gazów odlotowych z LZO najczęściej stosowane są **biofiltry** ze względu na to, że są prostsze konstrukcyjnie i tańsze w eksploatacji niż biopłuczki.



biofiltry do dezodoryzacji gazów odlotowych

firmy THOLANDER



biofiltry do dezodoryzacji gazów odlotowych

firmy THOLANDER
