

E0270 TECHNOLOGIE A NÁSTROJE OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Technologie pro zajištění čistoty ovzduší III

RNDr. Mgr. Michal Bittner, Ph.D.

Snižování emisí z chemických a petrochemických procesů

Absorpce

Proces zpracování plynu, při kterém některá z jeho složek odchází ze zařízení rozpuštěná v prací kapalině.

Hnací síla:

Rozdíl mezi koncentrací složky v plynné fázi a rovnovážnou koncentrací v plynné fázi, odpovídající obsahu složky v kapalně fázi za dané teploty \Rightarrow nejvyšší při nulové C v roztoku \Rightarrow výhodně chemická vazba složky z roztoku

C složky převedené do roztoku za jednotku času = funkce (c , T , velikosti plochy styku obou fází, době zdržení v absorbéru, hydrodynamických podmínek)

Prací roztok – možná regenerace (vyšší T)

Absorpce

Absorpce

Princip:

Absorpce je difuzní proces přestupu hmoty, při kterém je rozpustná plynná složka odstraňována z proudu plynu rozpouštěním v kapalném rozpouštědle. Absorpční proces může být bez chemické nebo s chemickou reakcí, s recirkulací nebo bez recirkulace kapalné fáze. Hnací silou absorpce je rozdíl koncentrací rozpouštěné složky v plynné a kapalné fázi. Je-li hnací síla kladná, dochází k absorpci, je-li hnací síla negativní, dochází k desorpci, tj. k přestupu rozpouštěné složky zpět do plynné fáze. Jaké množství látky adsorbované se rozpustí, je vyjadřováno rozdělovacím koeficientem definovaným vztahem

$$H = \frac{c_l}{c_g} \quad [4.2-1]$$

kde

H rozdělovací koeficient

c_l rovnovážná koncentrace složky
v kapalné fázi [kg.m⁻³]

c_g rovnovážná koncentrace v plynné fázi
[kg.m⁻³]

Absorpce

Maximální účinnost, co největší zdržení, plocha styku při co největší intenzitě proudění z obou fází – co nejmenší tlaková ztráta, co nejmenší prostorové, materiálové, finanční nároky.

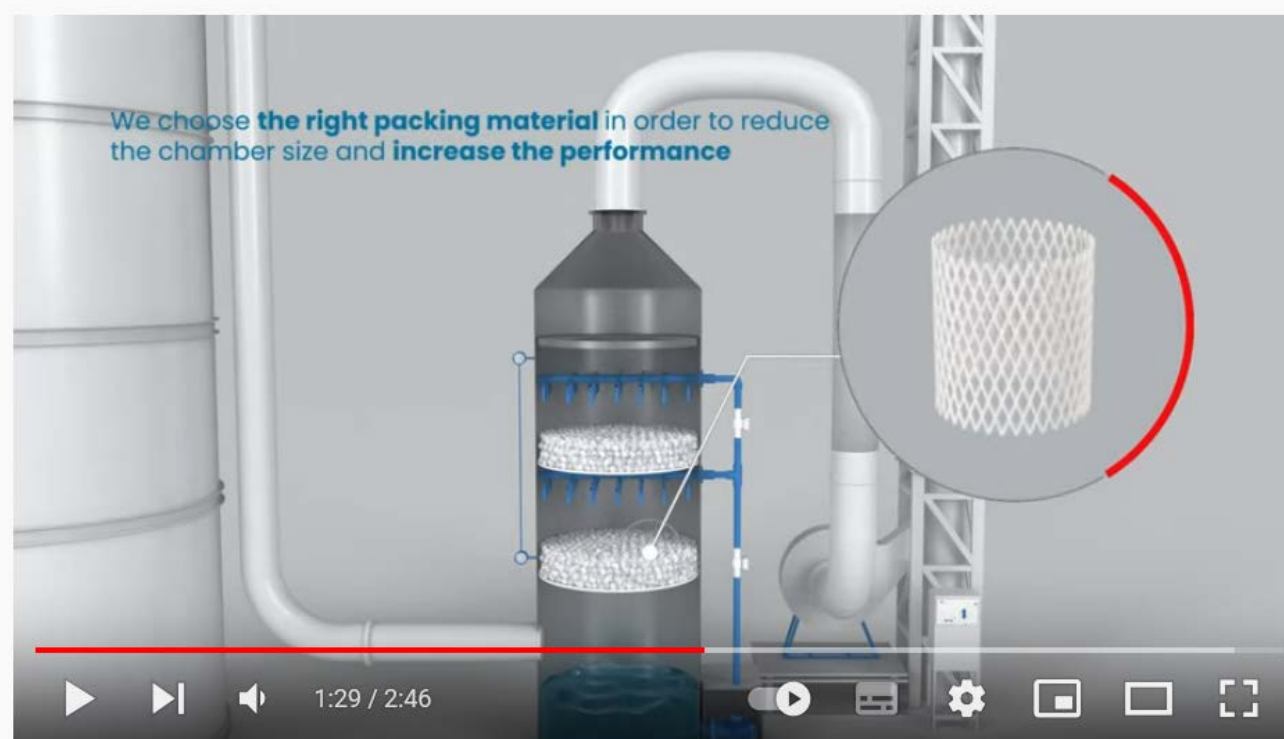
Plocha styku obou fází

- ↪ kapalný film na povrchu speciální náplně - výplňové kolony - nejčastější
- ↪ plynové bubliny v absorpční kapalině - patrové kolony
- ↪ kapky absorpční kapaliny - sprchové kolony, Venturiho pračky

Absorpce

Absorpce:

- ↪ pokud je nežádoucí znovuzískání produktu
- ↪ při vysokých koncentracích
- ↪ nemožnost účinné adsorpce (CO, HCN, HCl)
- ↪ při obsahu zanášejších látek (dehet)



Wet Packed Scrubber Systems | Eliminate industrial gases, reduce emission and protect environment.

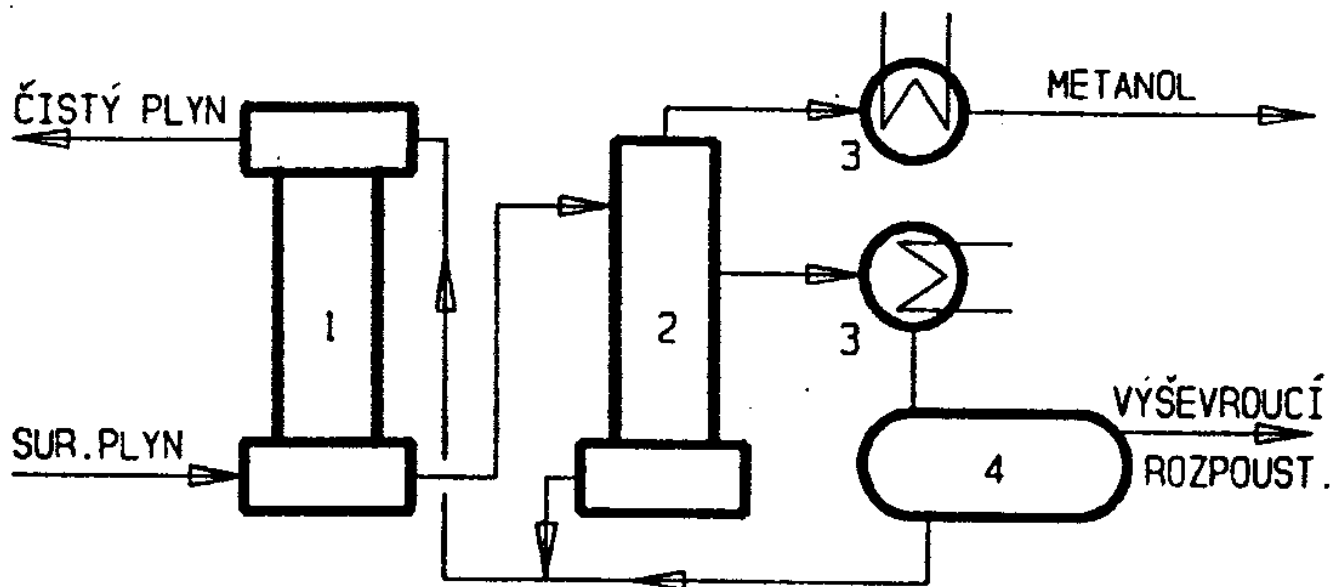
Absorpce

Odstraňování MeOH z odpadních plynů

Velké množství CH_3OH , zbytky pryskyřice

- absorpce regenerace CH_3OH

- kryje finanční náklady



Obr.32. Aplikace absorpce k likvidaci metanolu ze vzduchu z výroby desek z organických pryskyřic

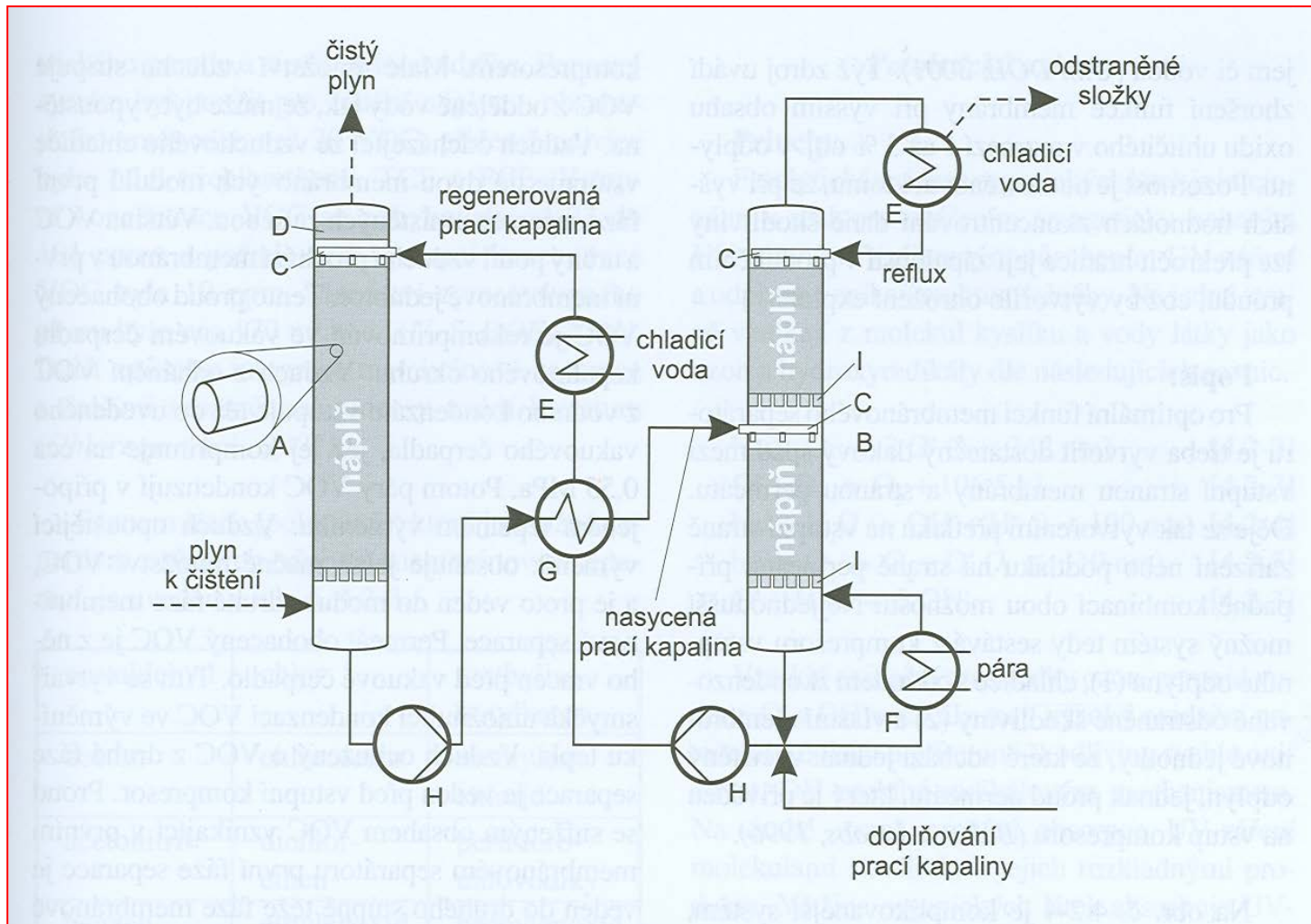
1 - absorbér

2 - destilační kolona

3 - chladič

4 - dělicí nádrž

Absorpce s regenerací rozpouštědla destilací

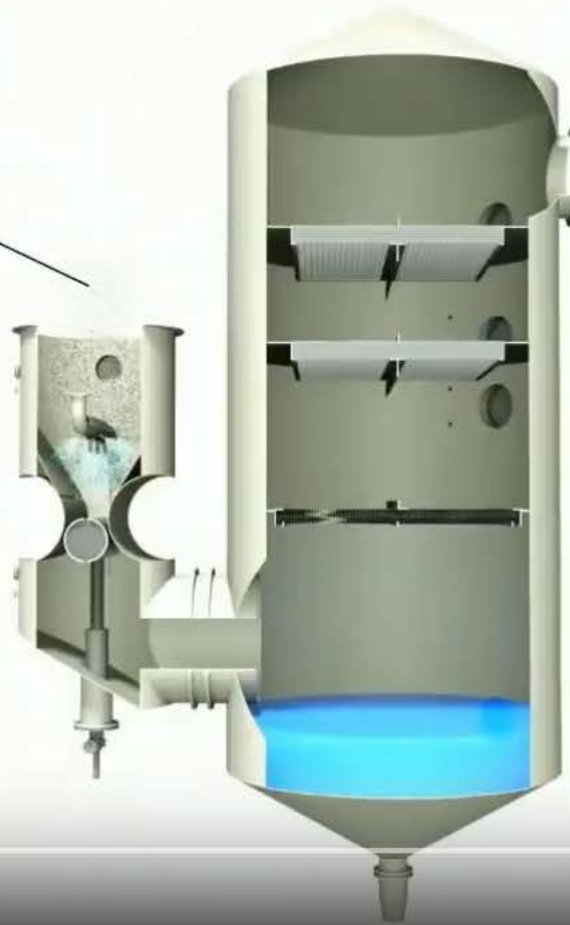


Obr. č. 4.2-3 Schéma absorpce polutantu s regenerací rozpouštědla destilací (B. Koutský, J. Malecha, 2005)

A – plášť absorpční kolony, B – plášť regenerační destilační kolony, C – distributor kapaliny, D – demister, E – vodní chladič, F – parní ohříváč, G – výměník tepla, H – čerpadlo, I – nosič výplně kolony

Venturiho pračka

Inlet : Gas to be treated



CREATED USING
POWTOON

0:48 / 2:54

Venturi Scrubber

Vše

7 vašich vyhledávání

Nově nahrá

Adsorpce

4.2.6 Adsorpce

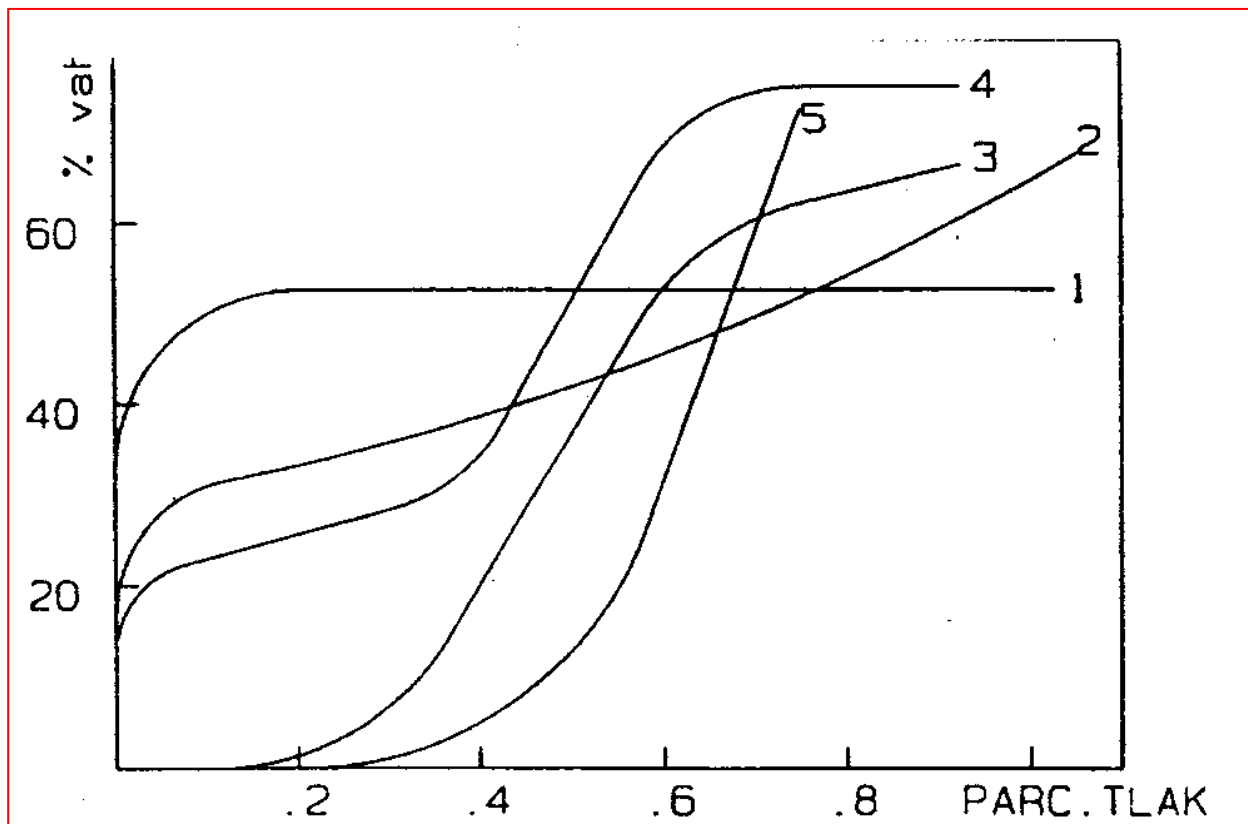
Princip:

Adsorpce je proces, při kterém jsou molekuly polutantu separovány z plynné fáze zachycováním na povrchu fáze pevné. Adsorbující pevná látka je označována jako adsorbent, adsorbovaná látka jako adsorbát. Opačný proces, kdy hmota přechází z pevné látky do fáze plynné, je nazýván desorpce. Desorpce se řídí stejnými zákony jako adsorpce. Síly, které drží adsorbát na povrchu adsorbentu, mohou být jak fyzikální, tak chemické povahy. Vlastní proces je exotermní, tj. uvolňuje se při něm teplo.

Adsorpce

Adsorpce – vázání zachycené látky na povrchu (fyzikální, chemické síly)

Rovnováha = funkce (T, povrchové a chemické vlastnosti sorbentu)



Obr.34. Charakteristické tvary adsorpčních izoterm

Adsorpce

Použitelnost:

Adsorpci se odstraňují z plynů, par nebo kapalin některé ze složek, které jsou v nich obsaženy. Adsorpce je používána zejména tehdy, když

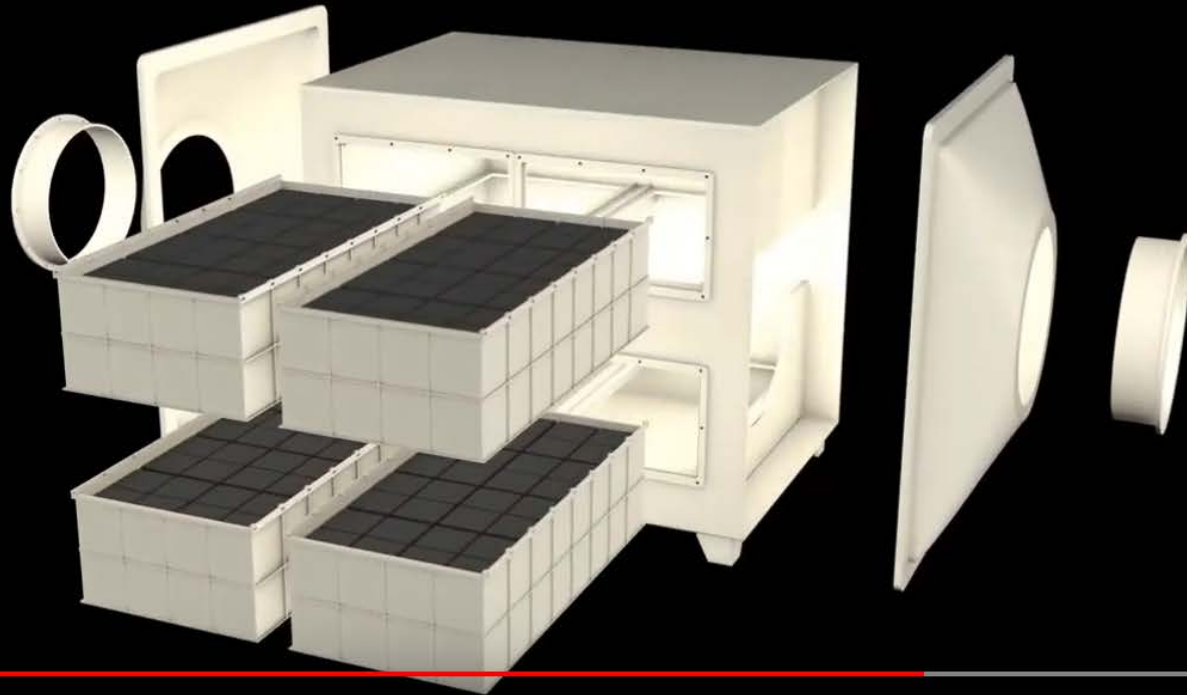
- zachycený polutant je vhodný pro opětovné použití;
- koncentrace polutantu je velmi malá;
- polutant nemůže být spalován (např. radioaktivní plyny);
- polutant je jedovatý;
- je to ekonomicky výhodné ve srovnání s ostatními metodami eliminace polutantů z emisních proudů.

Omezení použití:

Předpokladem úspěšné aplikace adsorpce daného polutantu je jeho afinita k použitému adsorbentu. Při nízké afinitě je adsorpční kapacita malá, při příliš vysoké je obtížné adsorbát desorbovat. Druhý případ nevádí, pokud se jedná o jednorázovou neregenerativní adsorpci. Nevhodné je

použití adsorpce v takových případech, kdy zachycovaná látka na povrchu adsorbentu polymerizuje nebo se rozkládá za vzniku nedesorbující látky. Tím dochází k blokování adsorpčního povrchu a snižování adsorpční kapacity. Adsorpce je exotermní, tzn. že se při ní uvolňuje teplo. Tato skutečnost a to, že aktivní uhlí může na svém povrchu katalyticky podporovat oxidaci některých látek, může vést až k tomu, že dojde k zahoření a případně i vyhoření lože aktivního uhlí. K látkám na aktivním uhlí snadno oxidovatelným, které jsou nositeli tohoto ohrožení, patří zejména ketony a terpentýn (*U.S. EPA, 1999*). Pokud je

Adsorpce



0:45 / 1:03

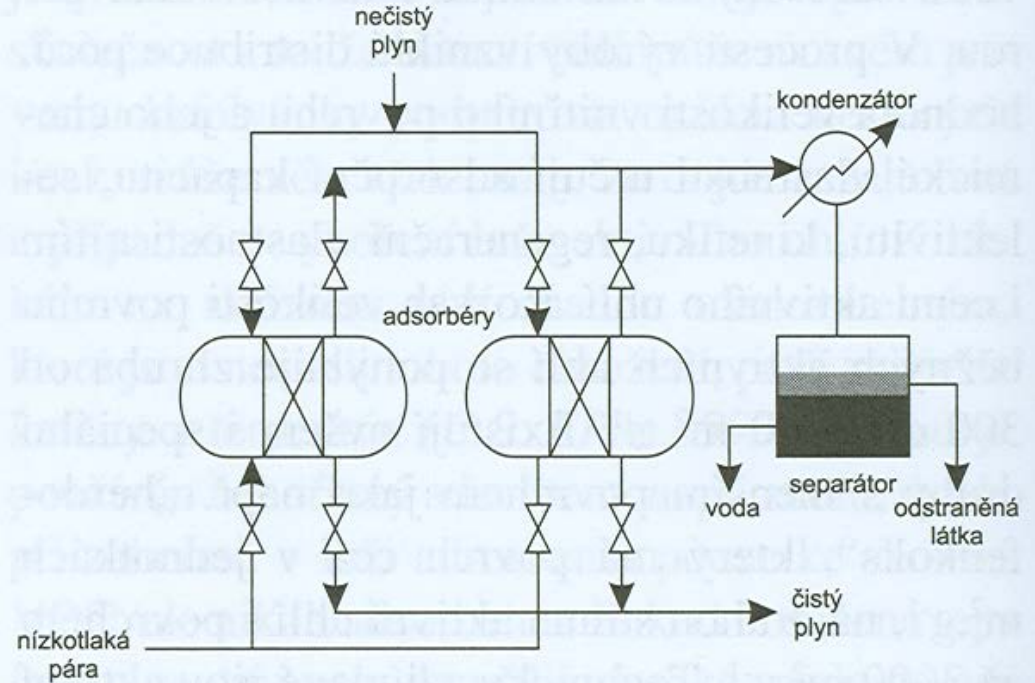


Activated carbon adsorption equipment

Nahrání obrázku užito proměny vnútu

Adsorpční zařízení

K regeneraci nasyceného adsorbentu, tj. k desorpci adsorbátu, jsou využívány tři základní principy. Při prvním se využívá zvýšení teploty v systému. Je označován zkratkou TSA podle anglického „temperature swing adsorption“. Druhý využívá k témuž účelu poklesu systémového tlaku. Zkratka PSA odpovídá souloví „pressure swing adsorption“. Třetí vychází z poklesu koncentrace a je označován CSA (composition swing adsorption). V adsorpčních jednotkách může být využita kombinace více principů. Pro systémy s plynnou fází jsou téměř výhradně systémy s TSA a PSA, přičemž pro účely čištění plynů jde zpravidla o TSA. Naproti tomu při adsorpci z vodních roztoků se používá CSA.



Obr. č. 4.2-8 Základní schéma adsorpčního zařízení s regenerací vodní párou (B. Koutský, J. Malecha, 2005)

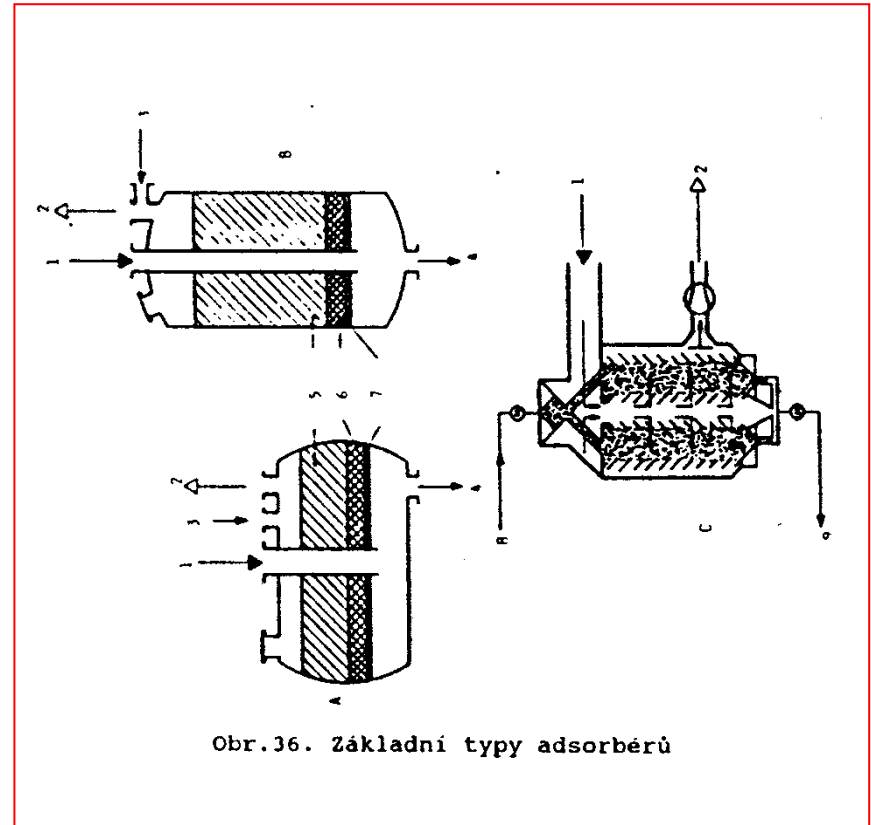
Adsorpce

Regenerace teplem (inertní plyn)

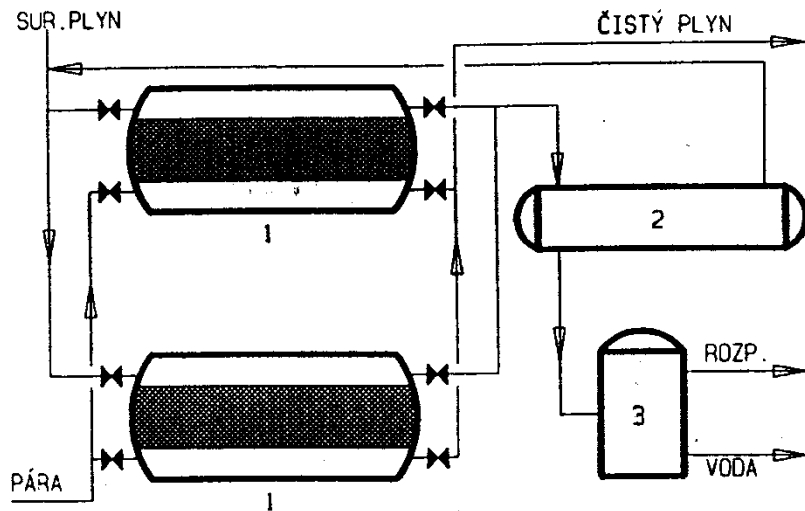
Technické provedení adsorpce –
zrnité adsorbenty v pevném
loži horizontálním či
vertikálním

Sorbent – přímo uložen - vrstva
granulátu (rozdělení plynu
do vrstvy sorbentu)

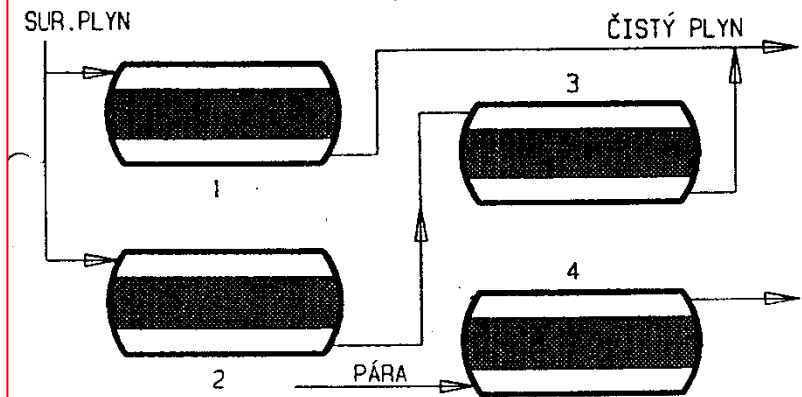
Pro plyny s tuhými příměsemi -
kontinuální adsorpce
v pohyblivém loži - cirkulace
zbavuje plyn prachu a otěru



Adsorpce



Obr. 37. Jednoduché adsorpční zařízení pro čištění odplynů z lakoven
1 - adsorbér 2 - kondenzátor 3 - dělicí nádrž



Obr. 38. Schema zapojení čtyř adsorbérů.

- 1 - adsorbér čerstvě regenerovaný
- 2 - adsorbér částečně nasycený
- 3 - adsorbér chlazený po regeneraci
- 4 - adsorbér regenerovaný

**Cyklický charakter – adsorpce – desorpce
proto musí být minimálně dva
(ne u pohyblivého lože)**

Adsorpce

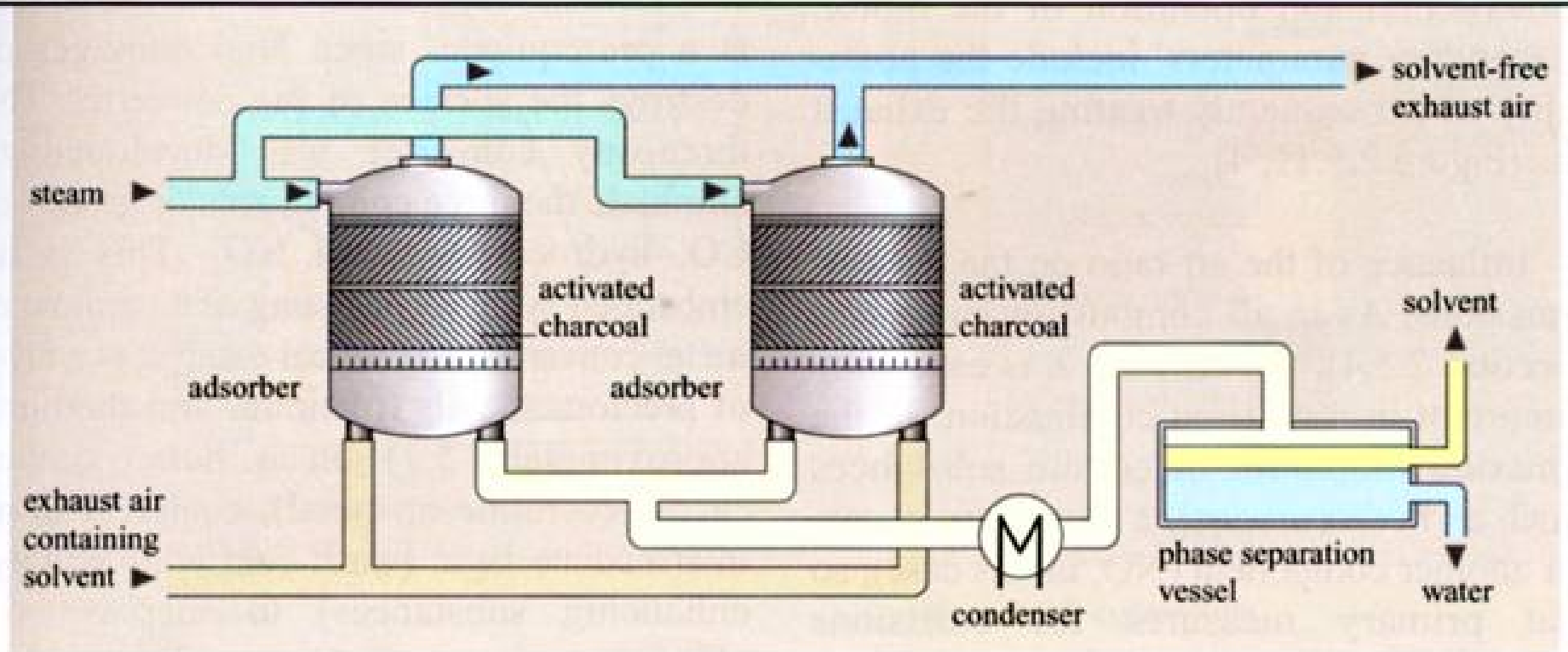


Figure 2.5.9 Adsorption plant for solvent recovery

Membránová separace plynů

4.2.3 Membránové separace

Princip:

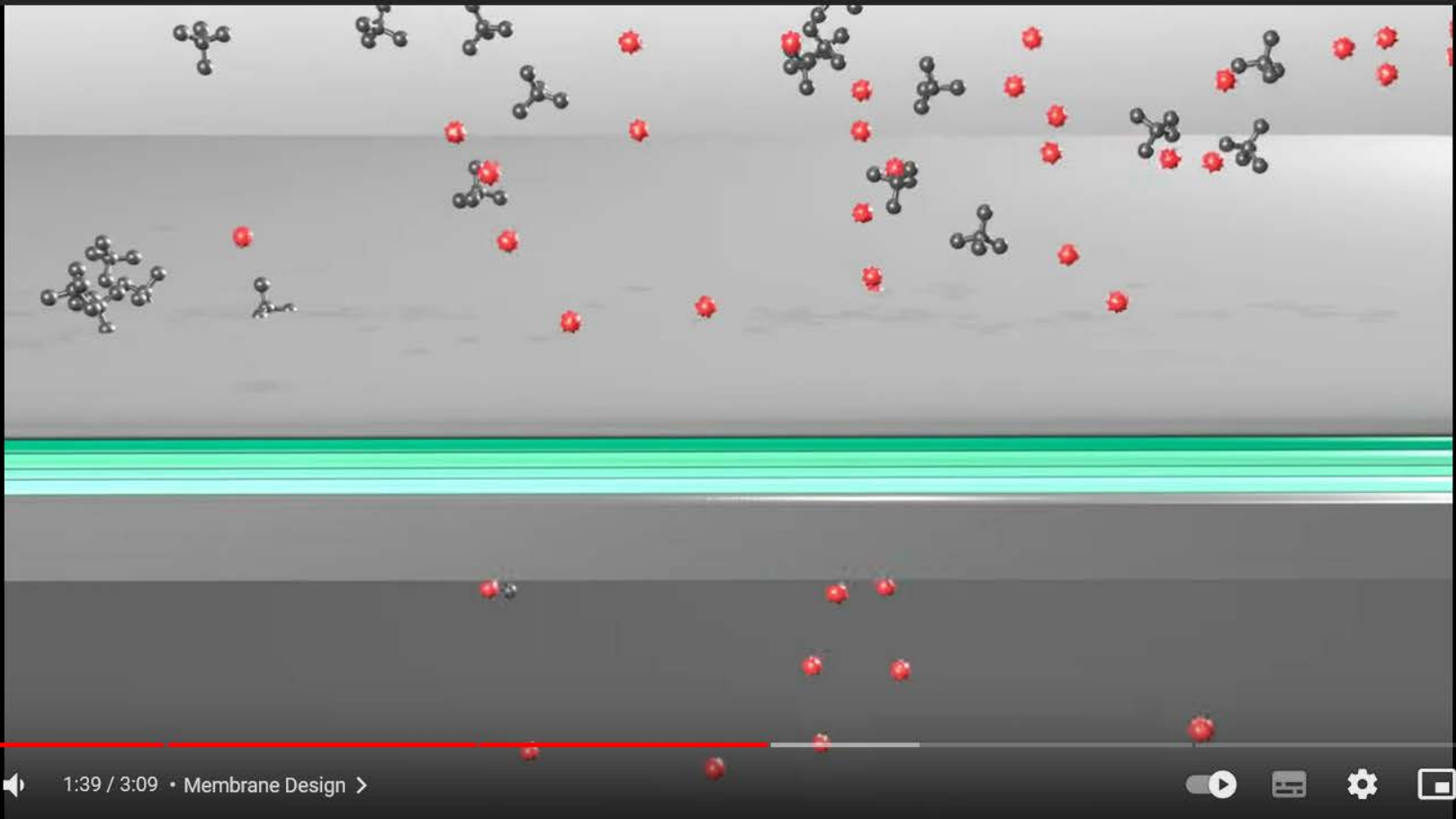
Membránová separace je proces, při kterém jsou separovány složky plyných nebo kapalných směsí prostřednictvím semipermeabilní membrány. Při dělení plyných směsí se používají buď porézní membrány, u kterých se využívá různé rychlosti difuze separovaných složek membránou, nebo neporézní polymerní membrány, u kterých probíhá separace mechanismem rozpouštění a difuze v membráně (McCabe a kol., 1993). V oblasti zájmu této publikace se jedná o aplikaci posledně zmíněného mechanismu. Při membránové separaci tedy dochází na jedné straně ke snižování obsahu škodliviny v základním proudu čištěného plynu a na druhé straně ke vzniku proudu s vysokým obsahem dané škodliviny.

Použitelnost:

Membránovou separací se oddělují z permanentních plynů (jako kyslík, dusík, vodík, oxid uhličitý či jejich směsi) páry organických slouče-

nin. Separovat lze hlavně alkany, olefiny, aromatické uhlovodíky, chlorované uhlovodíky, alkoholy, ethery, ketony a estery. Výhodou metody je, že umožňuje opětné využití oddělovaných látek a že při procesu nevzniká odpad. Objem zpracovávaného plynu jedné jednotky zpravidla nepřesahuje $3000 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ (EU Commission, 2003).

Membránová separace plynů



#fujifilm #innovation #apura

Fujifilm Apura Gas Separation Membrane | FUJIFILM

NEI íbí

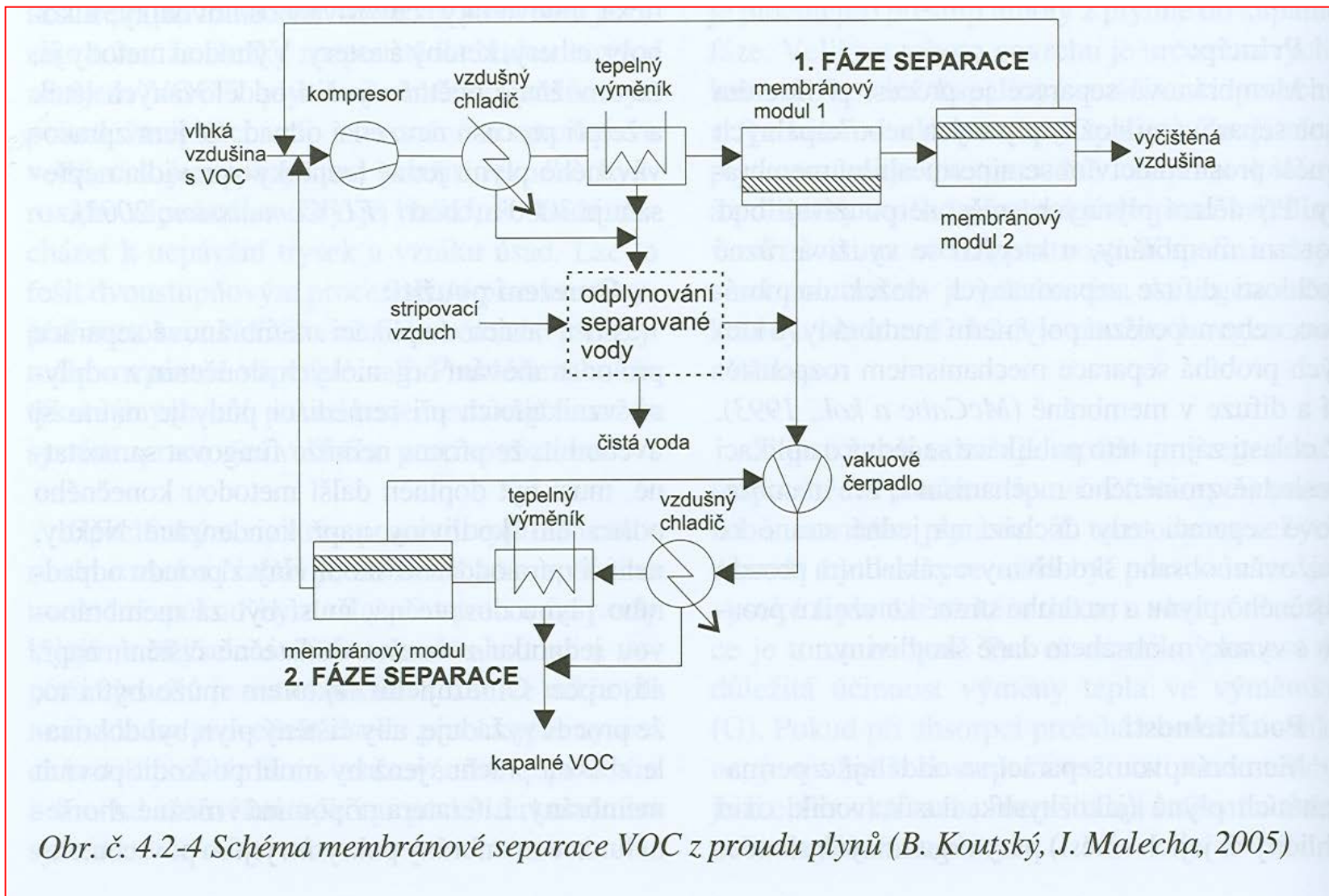
Vše

Živě

Nově nahráno

Přeřráno

Membránová separace plynů



Obr. č. 4.2-4 Schéma membránové separace VOC z proudu plynů (B. Koutský, J. Malecha, 2005)

Využitelnost membránové separace

acetaldehyd	chlor	methyliso- butylketon
aceton	chloroform	methylen- chlorid
acetonitril	dichlor- ethen	perfluoro- uhlovodíky
benzen	ethylenoxid	propylenoxid
butan	HCFC-123	styren
tetrachlor- methan	hexan	toluen
CFC-11	methanol	trichlorethen
CFC-12	methyl- bromid	vinylchlorid
CFC-113	methyl- chlorid	xyleny

Tab. č. 4.2-3 Polutanty, které mohou být separovány z odplynů prostřednictvím membránové separace (Simmons a kol., 1994)

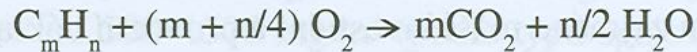
Spalování odpadních plynů

Spalování

4.2.7 Spalování

Princip technologie a definice:

Pro čištění půdního vzduchu a kontaminovaných vzdušin vznikajících při aplikaci řady sanačních postupů lze často s výhodou využít technologii spalování, jejíž princip spočívá v exotermní oxidaci přítomných organických škodlivin vzdušným kyslíkem. Nejběžnější je spalování těkavých nehalogenovaných uhlovodíků, které probíhá obecně podle následující rovnice:



[4.2-7]

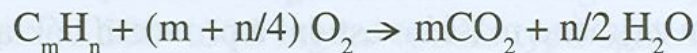
V praxi se uplatňují dvě základní metody spalování kontaminovaných vzdušin: termická oxidace (konvenční spalování); katalytické spalování.

Spalování

4.2.7 Spalování

Princip technologie a definice:

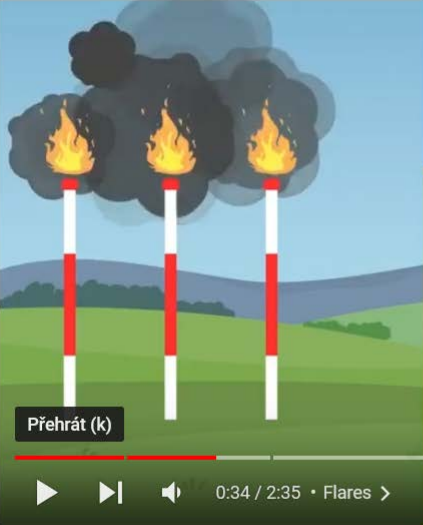
Pro čištění půdního vzduchu a kontaminovaných vzdušnin vznikajících při aplikaci řady sanačních postupů lze často s výhodou využít technologii spalování, jejíž princip spočívá v exotermní oxidaci přítomných organických škodlivin vzdušným kyslíkem. Nejběžnější je spalování těkavých nehalogenovaných uhlovodíků, které probíhá obecně podle následující rovnice:



[4.2-7]

V praxi se uplatňují dvě základní metody spalování kontaminovaných vzdušnin: termická oxidace (konvenční spalování); katalytické spalování.

Termická oxidace je proces založený na přímém spalování kontaminovaných vzdušnin v plamenu vzniklém hořením fosilních a ušlechtilých paliv (zemní plyn, nafta, topný olej apod.). Spalovací proces obvykle probíhá při teplotách 650 až 850 °C. V případě obsahu persistentních škodlivin v čištěných vzdušninách (např. dioxiny, polychlorované bifenyly apod.) může oxidační teplota dosahovat až 1200 °C.



Positives:

- ▶ Flaring is the oldest method of treating waste gas.
- ▶ Effective for treating large gas volumes (gas from emergency relief).

Negatives:

- ▶ Flares are not 100% efficient, and some methane (uncombusted) is emitted during flaring.
- ▶ Flares cannot be performance tested to guarantee that they achieve the same efficiency as an incinerator or enclosed combustor. Some studies suggest that the efficiency of a flare during windy conditions can be as low as 50%
- ▶ The many components and complex network of small gathering lines in flares are a source of fugitive emissions.
- ▶ Visible flame
- ▶ Cannot be used within 500 m of residential areas.

Přehrát (k)

0:34 / 2:35 • Flares >

#TCI

Difference between Flares, Incinerators and Enclosed Flares

1 696 zhlédnutí...

👍 7

🗨️ NELÍBÍ SE

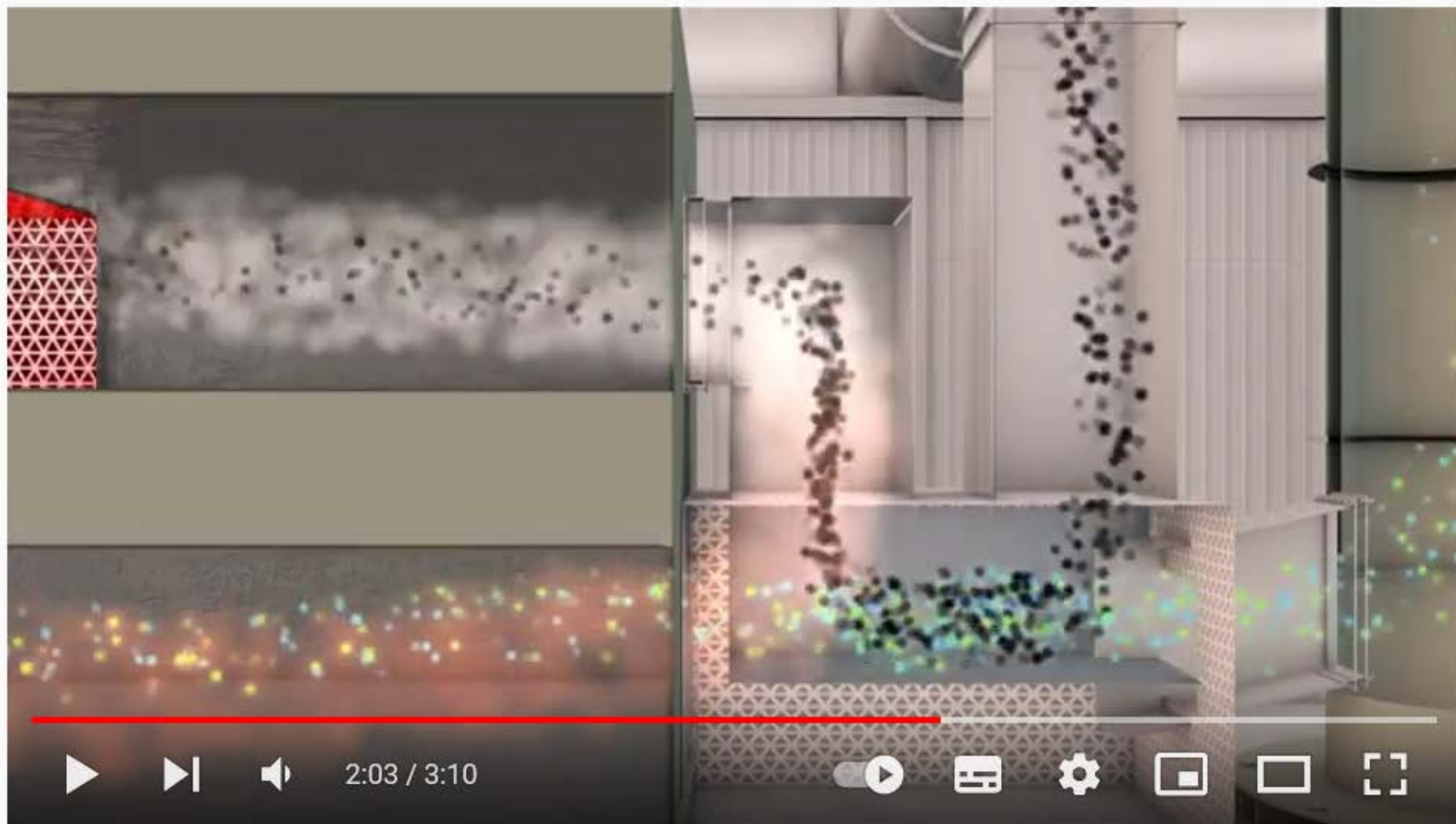
🔗 SDÍLET

✂️ KLIP

⌵ ULOŽIT

📄 POPIS


⋮



What is a thermal oxidizer? | A walk-through of the process from Pollution Systems

30 891

 157

 **NELÍBÍ SE**

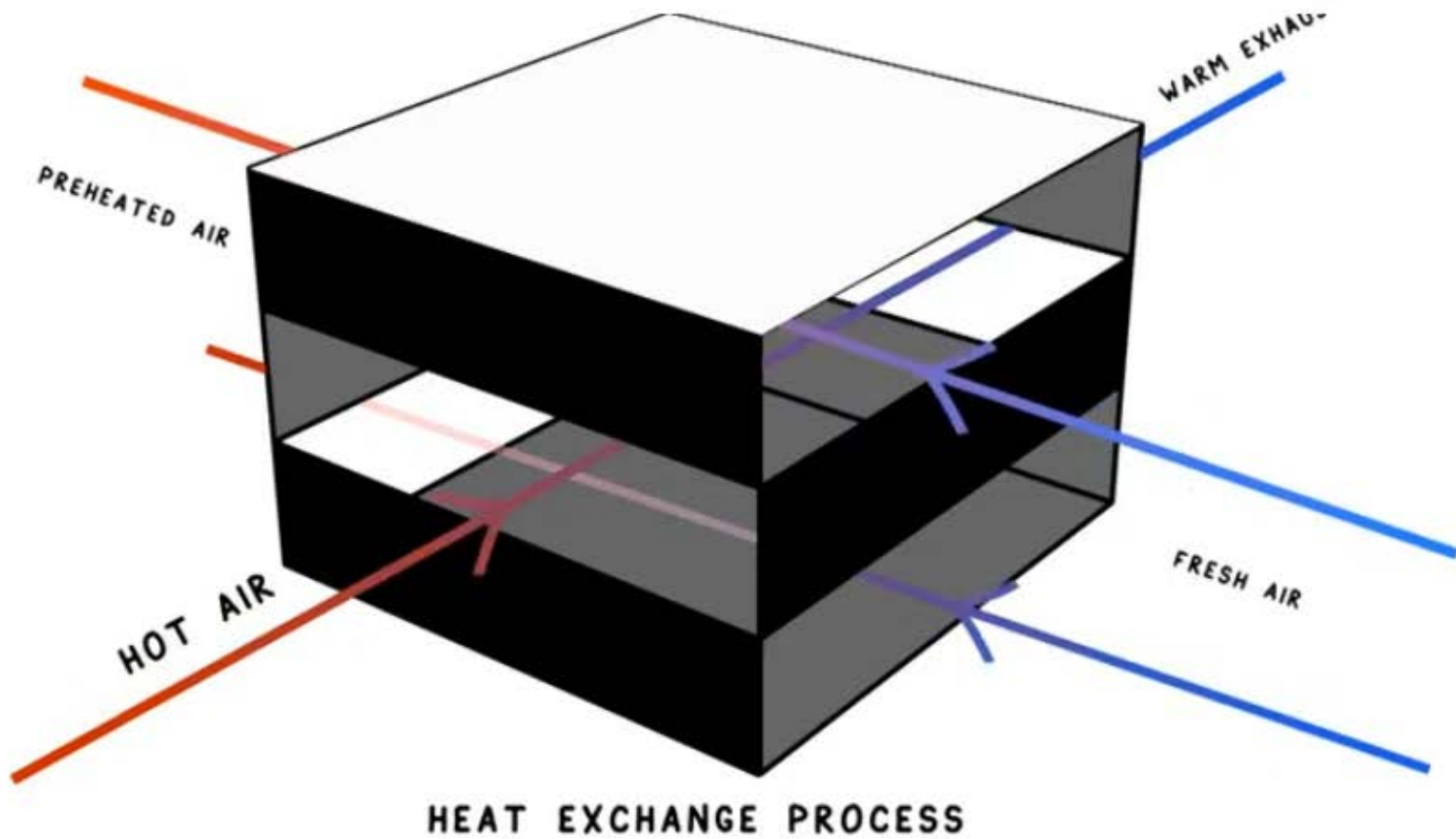
 **SDÍLET**

 **KLIP**

 **ULOŽIT**


 **POPIS**


...




Air-to-air heat recovery system


2 716 zhlédnutí...

 TO SE
MI LÍBÍ

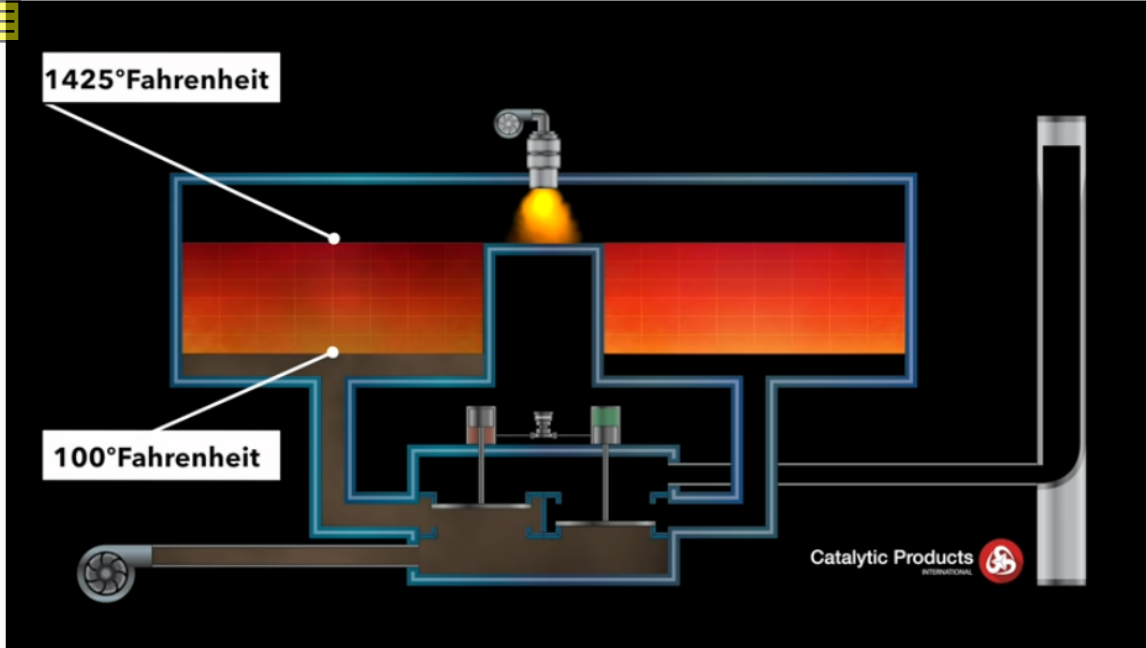
 NELÍBÍ
SE

 SDÍLET

 ULOŽIT

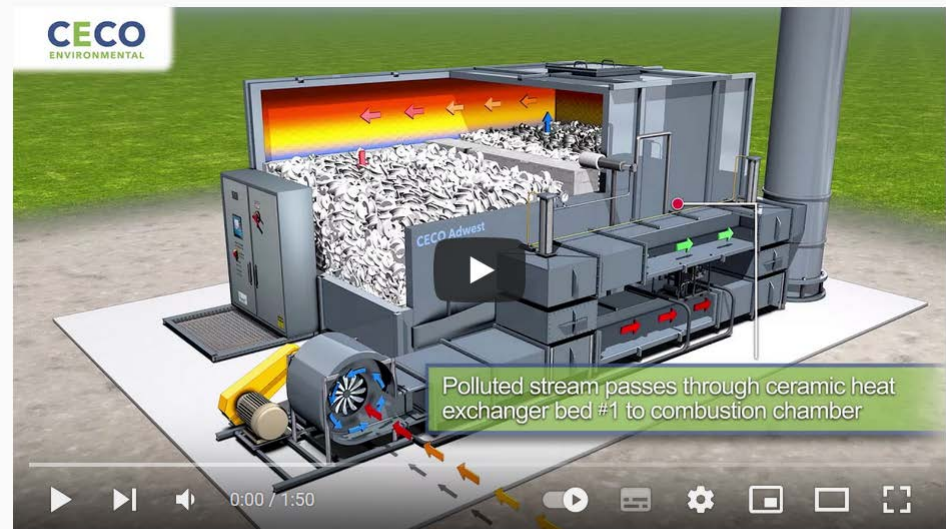
 POPIS

...



Regenerative Thermal Oxidizer (RTO) - How it Works - CPI

NEĽÍBI



How CECO Adwest Regenerative Thermal Oxidizers (RTOs) Purify Process VOCs

13 396 zhlédnutí...

59

NEĽÍBI SE

SDÍLET

ULOŽIT

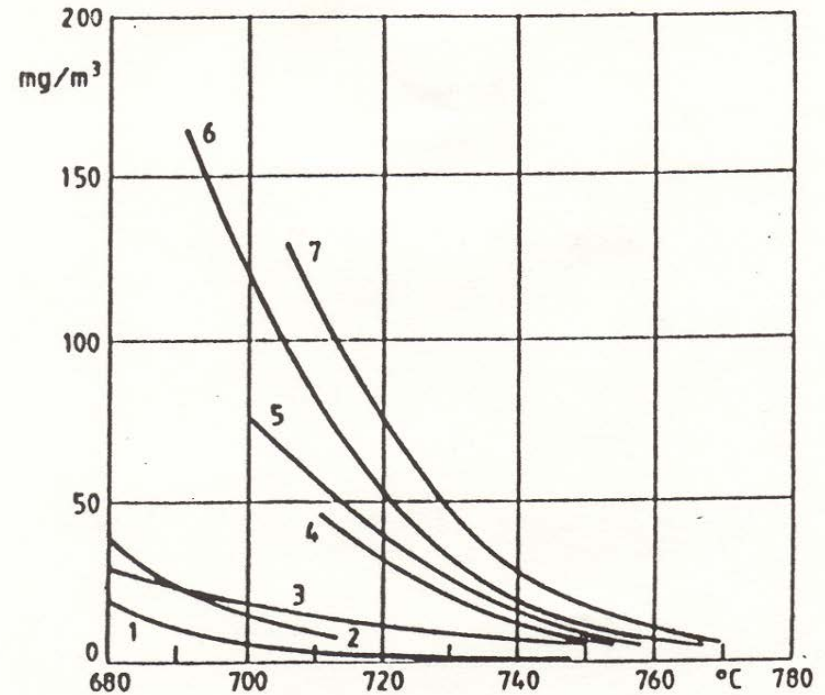
POPIS

...

Termická oxidace (spalování)

Účinnost = funkce (T, doby zdržení, obsahu kyslíku)

Prakticky – přidávání odpadního plynu do spalovacího vzduchu



Obr.40. Účinnost spálení některých látek v závislosti na teplotě (doba zdržení 0.7 s)

Koncentrace v surovém plynu (g/m^3):

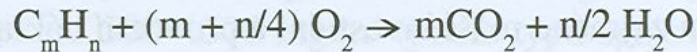
1 CO	1.25	5 etylacetát	17
2 dioktylfталát	1.30	6 n-heptan	4.9
3 dimetylformamid	8	7 metylisobutylketon	5
4 metylacetát	9.2		

Katalytické spalování

4.2.7 Spalování

Princip technologie a definice:

Pro čištění půdního vzduchu a kontaminovaných vzdušnin vznikajících při aplikaci řady sanačních postupů lze často s výhodou využít technologii spalování, jejíž princip spočívá v exotermní oxidaci přítomných organických škodlivin vzdušným kyslíkem. Nejběžnější je spalování těkavých nehalogenovaných uhlovodíků, které probíhá obecně podle následující rovnice:



[4.2-7]

V praxi se uplatňují dvě základní metody spalování kontaminovaných vzdušnin: termická oxidace (konvenční spalování); katalytické spalování.

Katalytické spalování je proces, který využívá skutečnosti, že při kontaktu plynů s katalyzátorem dochází k oxidaci přítomných organických škodlivin rychleji a při nižší teplotě než v případě termické oxidace (obvykle 300 až 650 °C). Množství uvolněného tepla a produkty katalytického spalování jsou přitom stejné jako v případě konvenčního spalování (*Metry, 1982*).

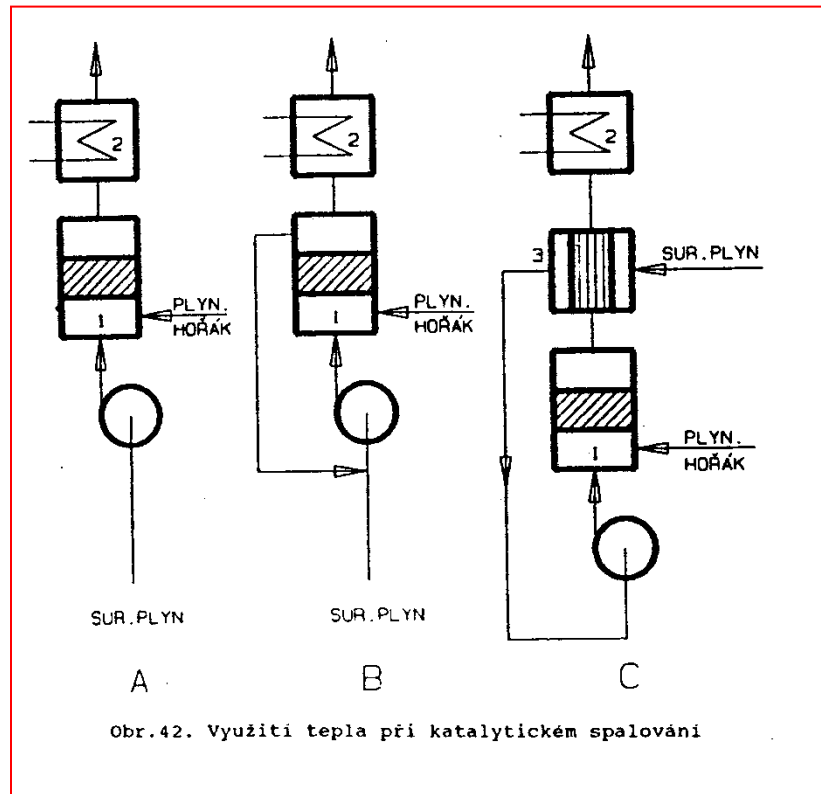
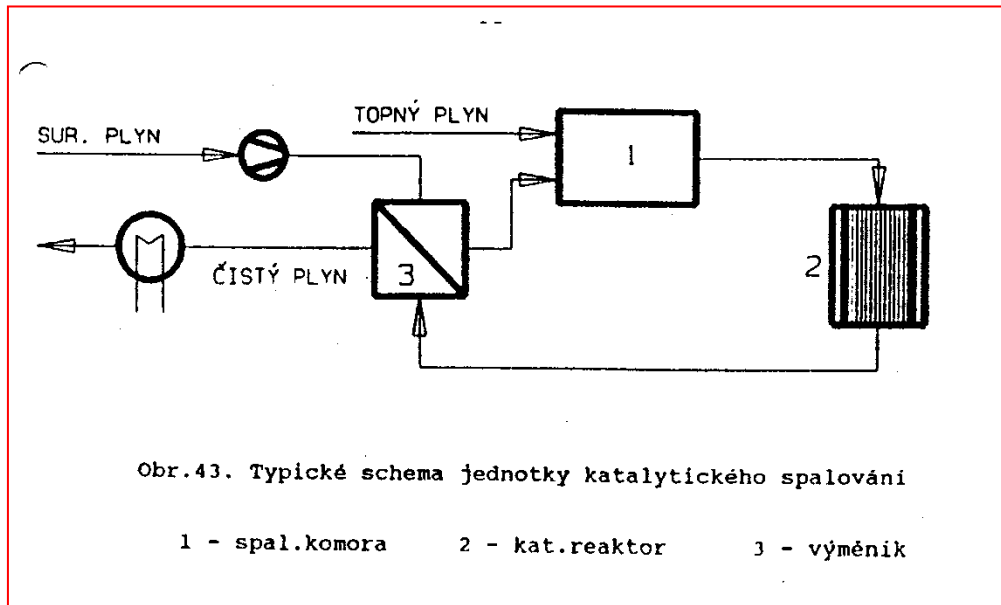
Spalování a katalytická oxidace

Použití katalyzátoru – snížení reakční teploty až o polovinu za současného zvýšení reakční rychlosti – katalyzátory na bázi drahých kovů – účinnější vysoká cena, náchylnost k otravě

Katalyzátory na nosiči (kovy, keramické)

Kat – Pt, Rh, Pd – jejich směsi

T = 200 – 400 °C, jiné kovy – 500 – 900 °C



CATALYTIC OXIDATION REACTION

- CO₂
- Water Vapor
- Energy

© 2019 Catalytic Products International, Inc.

Catalytic Products INTERNATIONAL

1:43 / 2:44

Catalytic Oxidizer (CatOx) - How it Works - CPI

98 359 zhlédnutí... 87 **NELÍBÍ SE** **SDÍLET** **KLIP** **ULOŽIT** **POPIS** ...