

TECHNOLOGIE KE SNIŽOVÁNÍ EMISÍ

(SEKUNDÁRNÍ OPATŘENÍ K OMEZOVÁNÍ EMISÍ)

5. část TĚKAVÉ ORGANICKÉ SLOUČENINY A PACHOVÉ LÁTKY

Zpracoval:
Tým autorů
EVECO Brno, s.r.o.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

TĚKAVÉ ORGANICKÉ SLOUČENINY

Těkavé organické látky (VOC - Volatile Organic Compounds) jsou těkavé organické látky nebo směsi, s výjimkou metanu, které při teplotě 20°C mají tlak par 0,01kPa nebo více nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití.

Alternativní definice

Organické sloučeniny (substance složená z C, H a částečně z O, N, S, Cl, Br, F), jejichž tlak nasycených par je větší než 10Pa při 20°C (dle EU) nebo 13,3Pa při 25°C (dle ASTM),

nebo dřívější definice

Organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou metanu, jejichž počáteční bod varu je menší nebo roven 250°C, při normálním atmosférickém tlaku 101,3 kPa.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

ZDROJE VOCs

BIOGENNÍ ZDROJE:

- Emise z vegetace
- Emise z volně žijících živočichů
- Přírodní lesní požáry
- Anaerobní procesy v močálech a bažinách

ANTROPOGENNÍ ZDROJE:

- Použití rozpouštědel
- Výfukové plyny z dopravních prostředků
- Petrochemický průmysl
- Chemický průmysl
- Skládky odpadů
- Potravinářský průmysl
- Zemědělství
- Rafinace minerálních olejů

MOŽNOSTI ZNEŠKODŇOVÁNÍ VOC

- Adsorpce
- Absorpce
- Kondenzace
- Termická oxidace (s rekuperací nebo regenerací tepla, katalyzátor)
- Termická oxidace – společné spalování (použití jako spalovací vzduch v jiném technologickém uzlu)
- Biofiltry



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

ADSORPCE

Adsorpce

je separační proces, při kterém dochází k „hromadění“ plynné látky ze směsi plynů nebo rozpuštěné plynné látky v kapalině na povrchu pevné látky (adsorbent). Obrácený děj se nazývá desorpce.

Rozlišuje se:

- fyzikální adsorpce – vzniká na základě Van der Waalsových přitažlivých sil
- chemisorpce – je tvořena chemickými vazbami (je pevnější než fyzikální adsorpce)

Adsorpce je charakterizována vzájemnou závislostí adsorbovaného množství, teploty a rovnovážného tlaku adsorbujícího se plynu.

Adsorpce je děj exotermní (směs se mírně zahřívá), adsorbované množství za konstantního tlaku s rostoucí teplotou klesá.



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

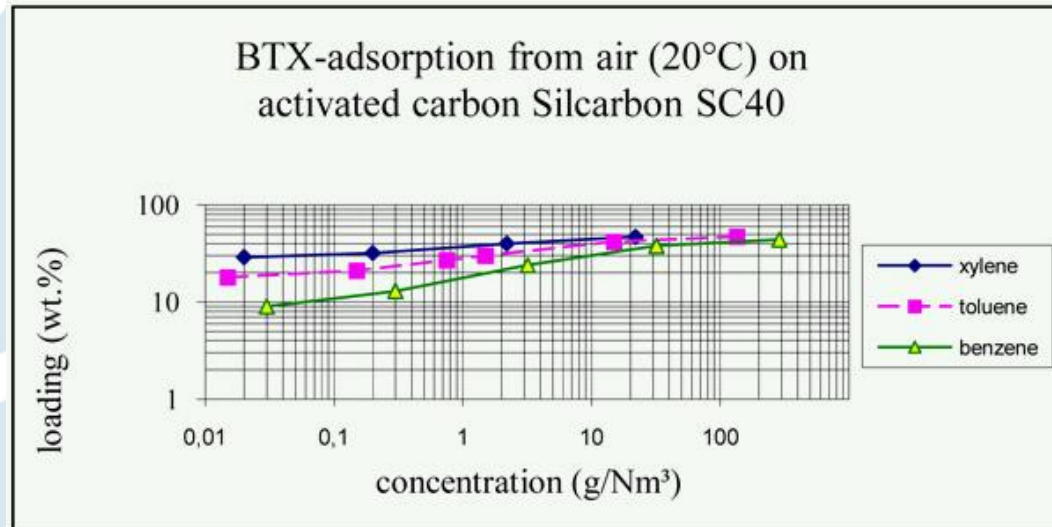
PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

ADSORPCE

Průběh adsorpce je definován adsorpční rovnováhou, která určuje max. množství látky, které lze za daných podmínek adsorbovat a rychlost (kinetiku) tohoto děje.

Adsorpční rovnováha je popsána závislostí mezi množstvím zachycené látky na koncentraci – adsorpční izoterma nebo izobara.

Nejčastěji se používají adsorpční izotermy – Freundlichova, Langmuirova nebo BET. *(Izotermy se zjišťují experimentálně, za konstantní teploty se měří rovnovážný tlak plynu a naadsorbované množství látky.)*



ADSORPCE

Adsorpce na pevném loži sorbentu

- adsorbéry axiální
- adsorbéry radiální

Adsorpce na cirkulačním nebo suvném loži sorbentu

Koncentrátory

Používané sorbenty

- sorbenty uhlíkaté
- sorbenty zeolitické
- silicagel (vlhkost)
- molekulová síta



Sorbenty mohou být ve formě práškové, zrněné, granule nebo pelety.

Dále povrch může mít speciální úpravu (hydrofilní, hydrofóbní) nebo impregnace pro posílení chemisorpce (stříbro, síra).

ADSORPCE

Adsorpční zařízení pracuje na dvou principech:

1. Na principu reverzibilního zachytu plynných organických látek (běžných rozpouštědel) na aktivním povrchu adsorbentu. Vyčerpaná náplň je při poklesu pod minimální účinnost nahrazena novou náplní, nebo je regenerována.
2. Na principu nereverzibilního zachytu plynných organických látek na aktivním povrchu s doprovodnou chemickou reakcí (chemisorpce). Vyčerpaná náplň bude při poklesu pod minimální účinnost nahrazena novou náplní. Likvidaci vyčerpaných náplní zajišťuje specializovaná firma. Regenerace většinou není možná.

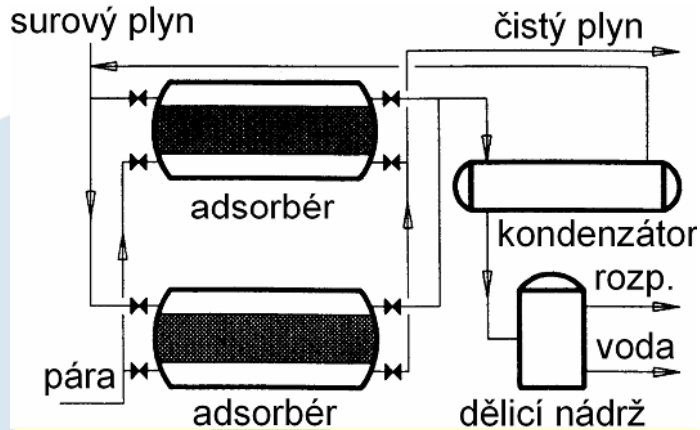
V případě zaprášené vzdušiny se předřazuje filtrace pro omezení zanášení adsorbentu.



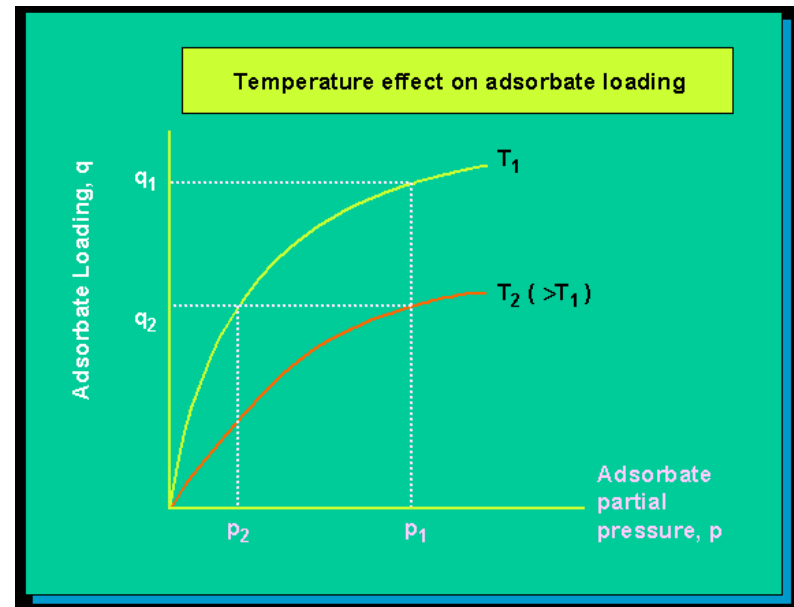
ADSORPCE

Způsoby regenerace

- regenerace **TSA** (Thermal Swing Adsorber - změna adsorpce při změně teploty)
- regenerace **PSA** (Pressure Swing Adsorber - změna adsorpce při změně tlaku)



Příklad dvojice adsorbérů s regenerací TSA



ABSORPCE

Absorpce

je separační proces, při kterém dochází k pohlcování vybrané plynné složky kapalinou. Proces probíhá v absorbéru, absorpční koloně, mokré pračka (vypírka).

Rozlišuje se:

- fyzikální absorpce – pouze rozpouštění v kapalině
- chemická absorpce – uplatňuje se navíc i chemická reakce (vzniká nová chemická sloučenina)

Absorpce je děj exotermní - směs se mírně zahřívá.

Opačný proces se nazývá exsorpce – při kterém je jedna (nebo více složek) pohlcená v kapalném roztoku uvolňována.



evropský
sociální
fond v ČR

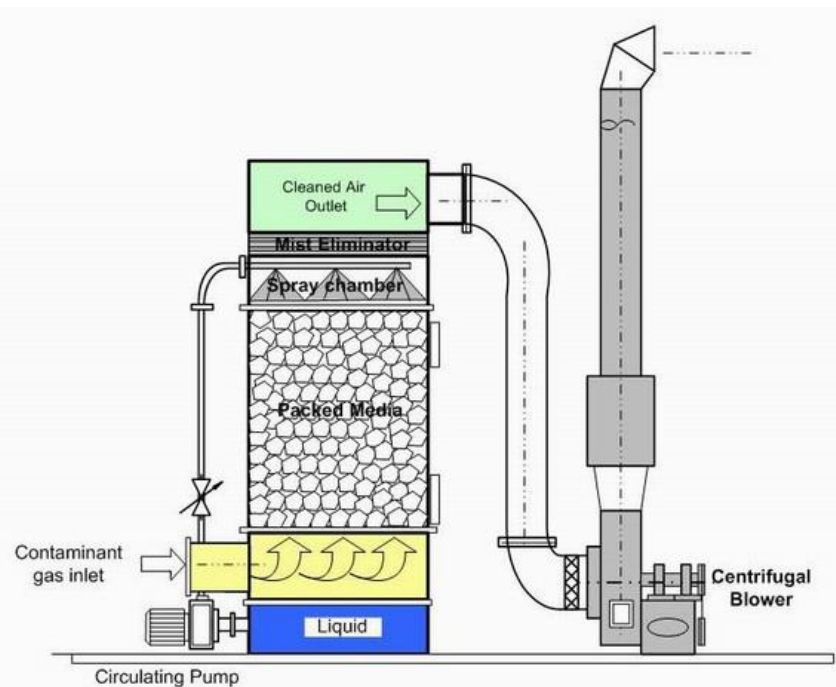
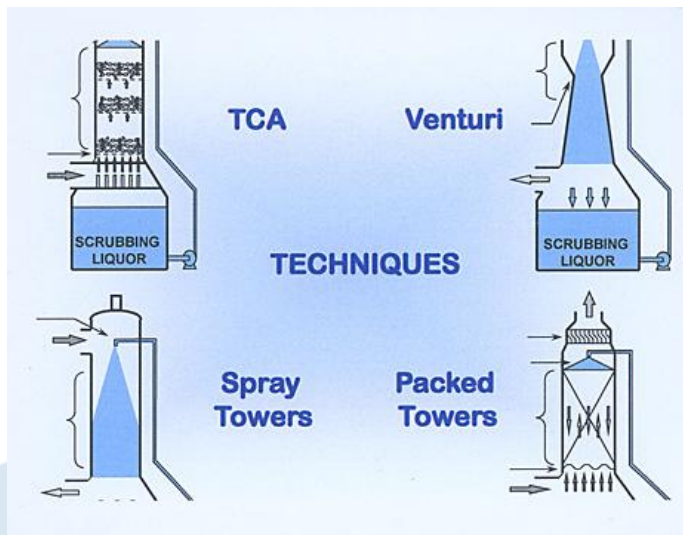


OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

ABSORPCE

Princip a příklad absorbéru.



Používané typy výplní absorbéru.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

ABSORPCE

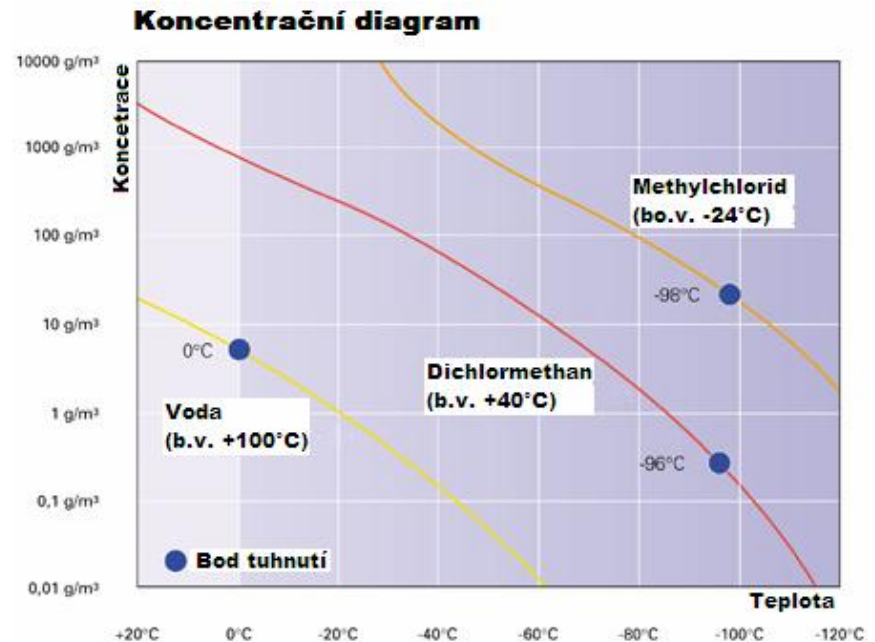
Princip a příklad absorbérů.



KONDENZACE

Metoda kondenzace VOC využívá rozdílné teploty rosného bodu (bodu varu) složek nosného plynu -vzduchu (N_2 -195°C , O_2 -183°C) a VOC (např. benzen C_6H_6 80°C , diethylether $C_4H_{10}O$ 34°C). Proto při ochlazení nosného plynu pod rosný bod dojde k vyloučení VOC v kapalně formě (kondenzace). Takto separované látky lze přímo recyklovat. Účinnost procesu až 99%.

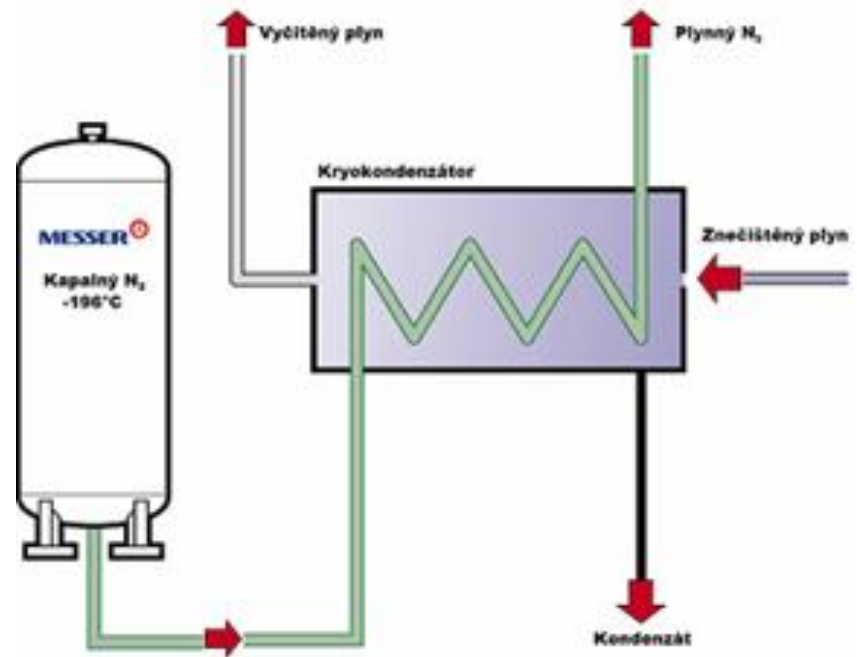
Pracovní teplota se stanovuje na základě množství, druhu přítomných látek, a chladicí médium se volí podle požadované teploty ochlazení (chladicí voda, kapalný dusík, ...).



KONDENZACE

Jednoduché zařízení – kondenzace (vymražování)

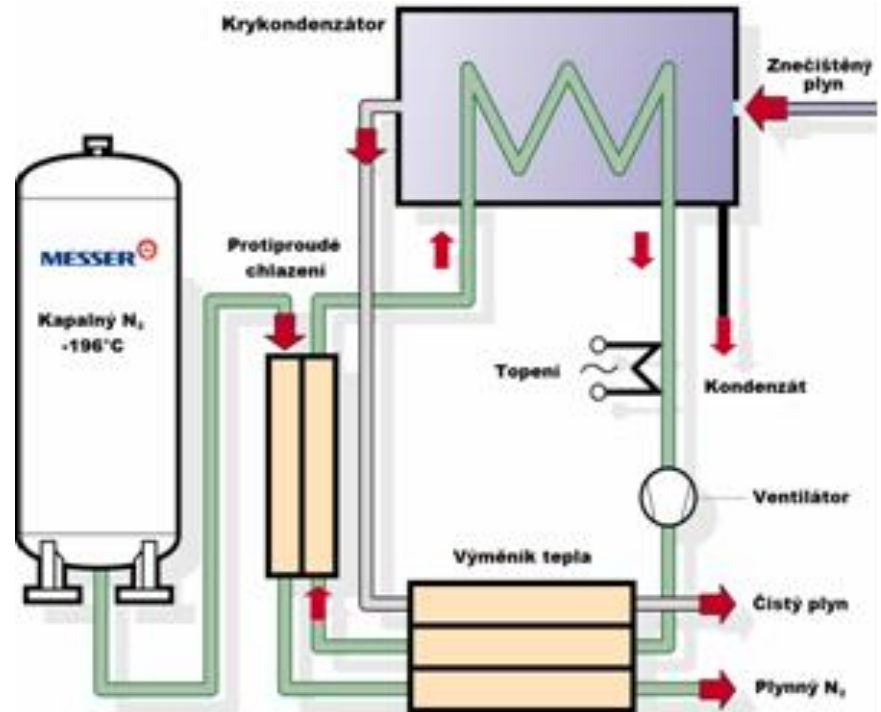
- protiproudné vymražení
- nevhodné pro směsi látek a vyšší obsah vodních par
- krátký cyklus, časté odmražení
- vysoká spotřeba kapalného dusíku



KONDENZACE

Modernizované zařízení – kondenzace (vymražování)

- vysoká účinnost využití chladu dusíku a odplynu
- prodloužení pracovního cyklu,
- vhodné i pro směsi
- nižší spotřeba kap. N₂



KONDENZACE

Příklad vymražovací jednotky

Parametry:

- průtok : 400 m³/h
- směs cca 100 látek, např. methanol, toluen, hexan
- dvoustupňový provoz
- pracovní teplota: -25°C a -90°C



TERMICKÉ PROCESY - OXIDACE

Termické procesy jsou:

- jednou z metod sloužících k omezování emisí těkavých látek
- neumožňují zpětné získávání organických látek
- principem je oxidace VOC hlavně na vodu (H_2O) a oxid uhličitý (CO_2)
- spalování je obecně exotermí proces, uvolněné teplo úměrné koncentraci organických látek a jejich výhřevnosti.
- uvolněné teplo lze využít pro předehřátí vstupního plynu nebo jiného média

Proces, při kterém není zapotřebí přidávat dodatečnou energii, např. ve formě přídavného paliva (zemní plyn), se nazývají **autotermní**.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

TERMICKÉ PROCESY - OXIDACE

Rozdělení termických procesů:

Podle provozní teploty:

- vysokoteplotní - koncepce bez katalyzátoru (nad 800°C)
- nízkoteplotní - koncepce s využitím katalyzátoru (250 – 450°C)

Podle využití tepla:

- bez využití tepla (pro vlastní destrukci VOC)
- s rekuperací tepla (výměník tepla cca 50-75%)
- s regenerací tepla (keramické lože až cca 90-95%)

Rotační koncentrátoři

spojení adsorpce/desorpce a následné termické zneškodnění („zahuštění“ cca 1:10).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

TERMICKÉ PROCESY - rozdělení

Autotermní provoz:

- $<1 \text{ g/m}^3$ nízkoteplotní oxidace s katalyzátorem a s regenerací tepla
- $1,5\text{-}2 \text{ g/m}^3$ nízkoteplotní oxidace s katalyzátorem a s rekuperací tepla
- $2 - 4 \text{ g/m}^3$ nízkoteplotní oxidace s katalyzátorem bez rekuperace tepla
- $2 - 4 \text{ g/m}^3$ vysokoteplotní oxidace s regenerací tepla
- Nad 4 g/m^3 vysokoteplotní oxidace s rekuperací tepla
- Nad 10 g/m^3 vysokoteplotní oxidace bez využití tepla



evropský
sociální
fond v ČR

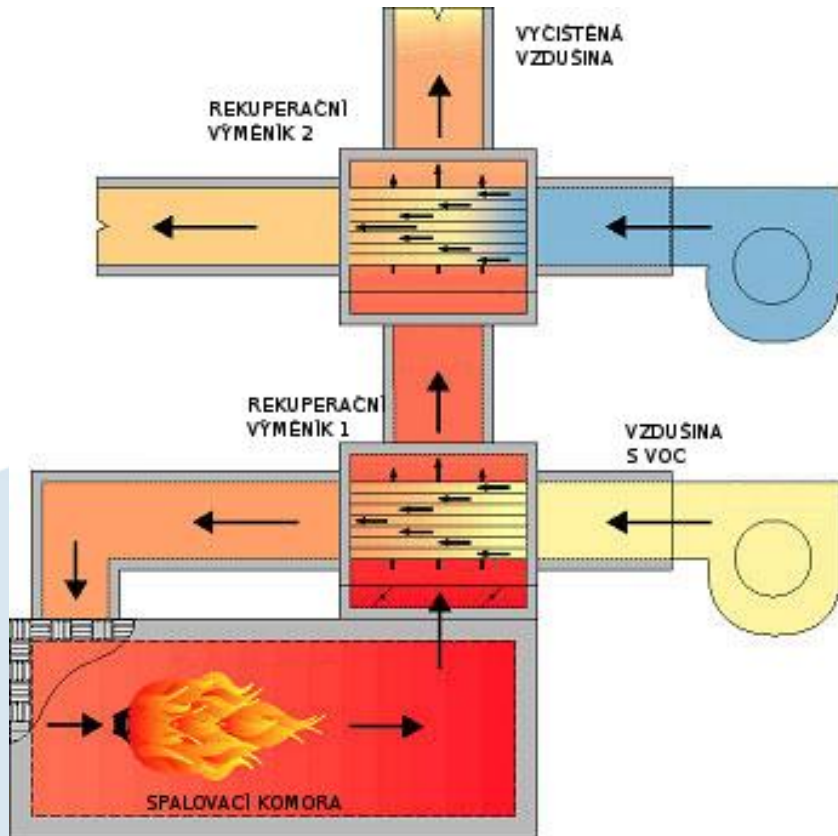


OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Spalovací zařízení VOC s rekuperačním výměníkem



Princip rekuperace tepla



Příklad jednotky s rekuperací tepla



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

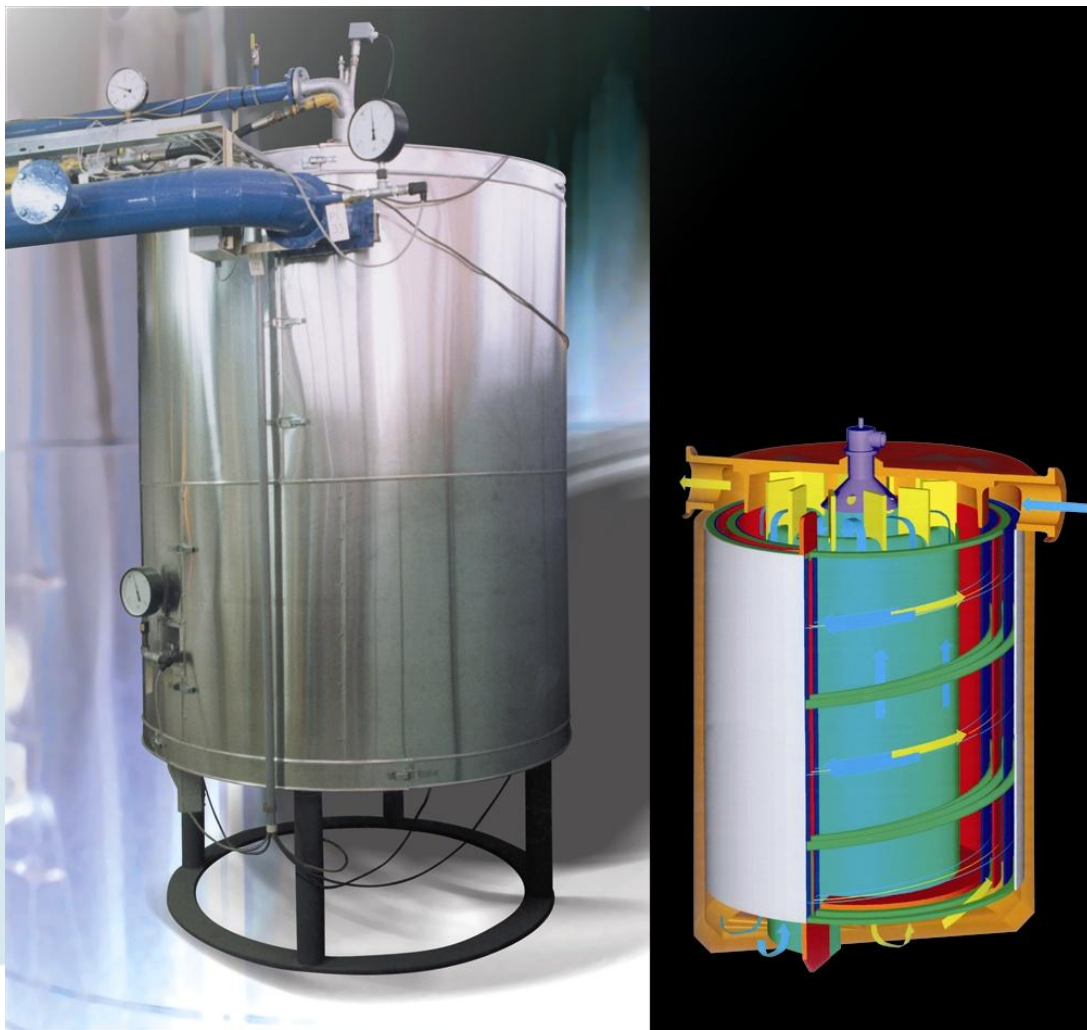


OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Spalovací jednotka pro zneškodňování VOC s integrovaným koaxiálním výměníkem



Zařízení se skládá ze dvou částí:

- spalovací komora
- výměník tepla pro ohřev vzdušiny s VOC

Výhody:

- kompaktnost
- využití tepelných ztrát ze spalovací komory pro předehřátí vzdušiny s VOC

TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Spalovací zařízení odplynů s rekuperačním výměníkem v kompaktním provedení



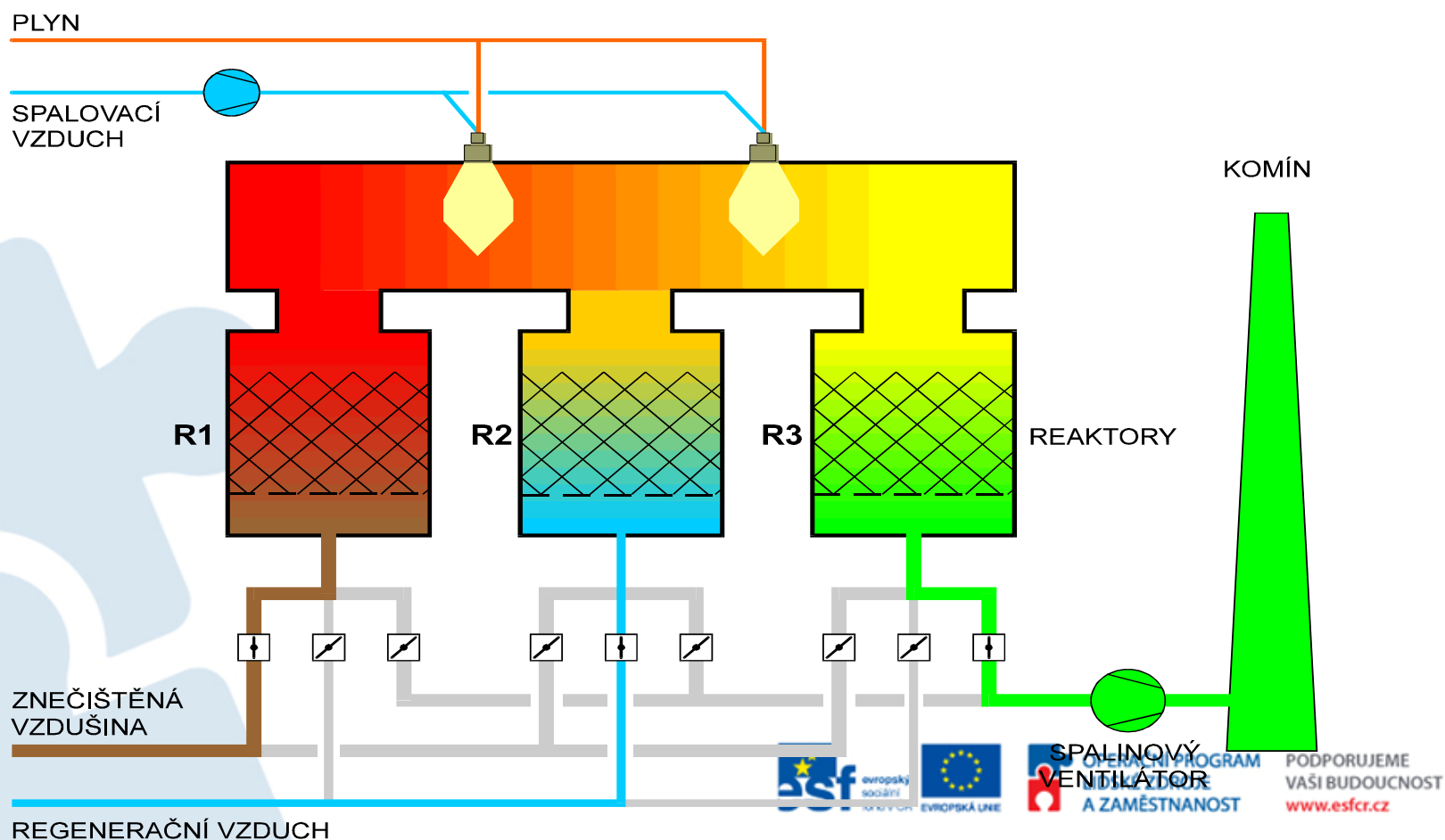
TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Spalovací zařízení odplynů s rekuperačním výměníkem v kompaktním provedení



TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Spalovací zařízení odplynů s regeneračními výměníky



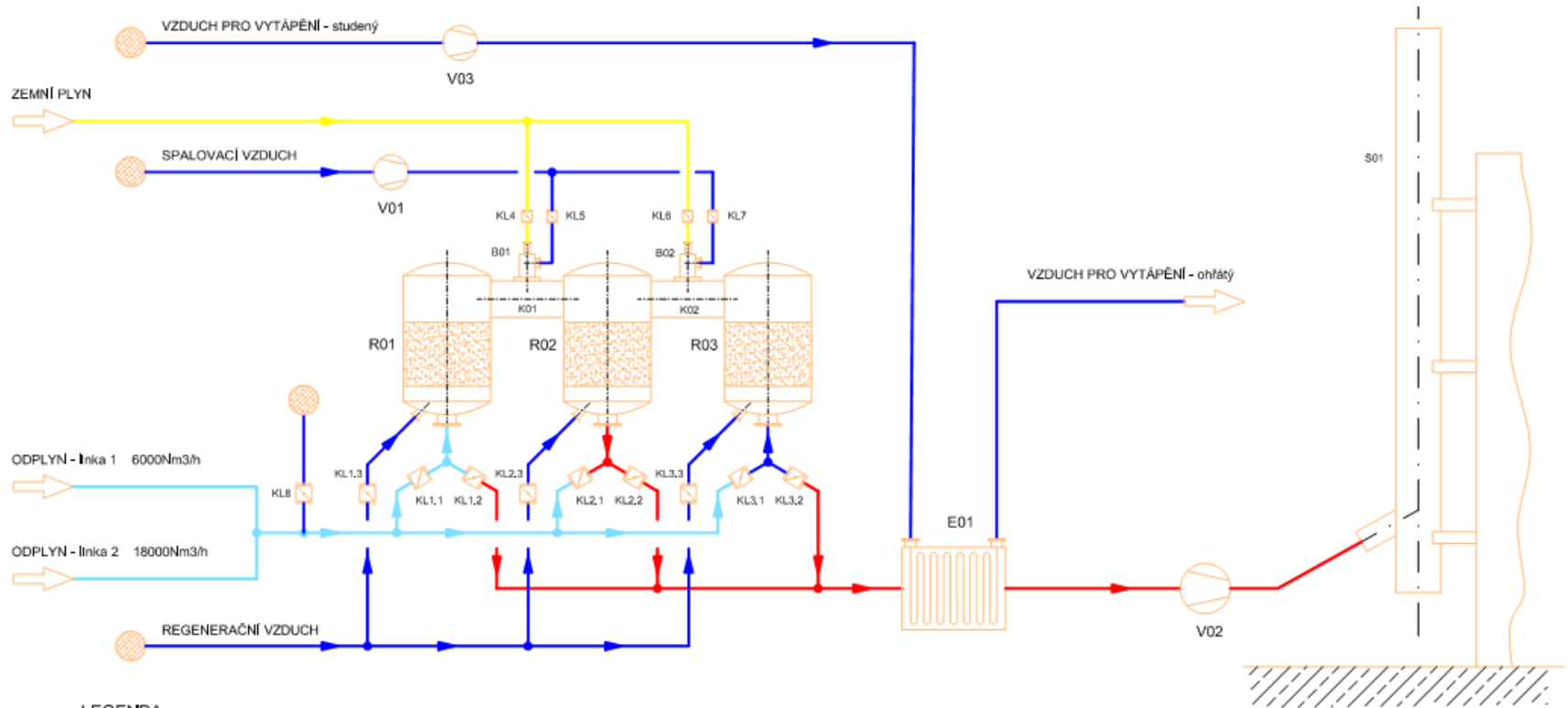
TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Spalovací zařízení odplynů s regeneračními výměníky



TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Spalovací zařízení odplynů s regeneračními výměníky



LEGENDA

- B01, 2 PLYNOVÝ HOŘÁK
- K01, 2 SPALOVACÍ KOMORA
- KL1.1 - 3.3 UZAVÍRACÍ KLAPKA
- KL4 - 7 REGULAČNÍ KLAPKA
- KL8 PŘISÁVACÍ KLAPKA
- E01 REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK TEPLA
- R01 - 03 REAKTÓR
- V01 VENTILÁTOR SPAL. VZDUCHU
- V02 SPALINOVÝ VENTILÁTOR
- V03 VENTILÁTOR VZDUCHU PRO VYTÁPĚNÍ
- SK01 KAMIN

KROK	R1	R2	R3
1.	VSTUP OHŘEV ODPLYNU	VÝSTUP CHLAZENÍ ODPLYNU	REGENERACE
2.	REGENERACE	VSTUP	VÝSTUP
3.	VÝSTUP	REGENERACE	VSTUP

EVBECO Brno	EVBECO s.r.o. s.r.o. Rybářova 1 602 00 BRNO	ČÍSLO ZAKÁZKY	VEB. PROJEKTU	ING. ORAL
		DATUM 07/2004	PROJEKTANT	ING. PUCHÝŘ
NÁZEV ZAKÁZKY			KONTROLOVAL	ING. ORAL
TERMICKÉ ZNEŠKODNĚNÍ STYRĚNU			KRESIL	ING. PUCHÝŘ
NÁZEV VÝKRESU			NĚMČKO	FORMÁT A3
TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA			ARCHIVNÍ ČÍSLO	
			N - EVB - 03 - 132	

KATALYTICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Hlavní rozdíly mezi klasickým spalováním a spalováním s použitím katalyzátorů:

- nižší pracovní teplota (250 - 450°C)
- nižší tepelné namáhání (vlastní aparát, výměníky, vyzdívky, ...)
- autotermí proces lze dosáhnout při výrazně nižších koncentracích VOC
- nižší nebo minimální požadavky na přídavné palivo
- možnost deaktivace katalyzátoru (katalyzické jedy)
- většinou nutná předřazená filtrace pro zamezení „maskování aktivních center katalyzátoru“
- ochrana katalyzátoru proti přepálení (obsah 1g/m³ VOC zvýší teplotu o cca 25-30°C)



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

KATALYTICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Katalyzátory pro odstranění VOC

1. Pro katalytický proces je rozhodující katalyzátor. Existuje řada různých katalyzátorů jak sypaných (pelety) tak monolitických.
2. Pro moderní katalyzátory jsou katalytickými jedy organokřemičité sloučeniny, organické sloučeniny fosforu a některé těžké kovy.
3. Používané katalyzátory jsou z větší části platinové, paládiové, případně rhodiové. Aktivní vrstva je nanese na keramickém nosiči (např. Al_2O_3). Platina jako univerzální katalyzátor umožňuje pracovat s vysokou účinností při relativně nízkých teplotách.
Pro oxidaci VOC obsahujících kyslík (alkoholy, acetáty, ketony apod.) se používají katalyzátory na bázi oxidů kovů. Tyto katalyzátory mají vedle nižší ceny mají výhodu v tom, že v důsledku své nižší aktivity nezpůsobují konverzi dusíku u VOC se zabudovaným dusíkem v molekule na jeho oxidy (NO_x).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

KATALYTICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Jednotlivé typy jednotek katalytického spalování

Jednotka z průtočným reaktorem a rekuperací tepla

Nejjednodušší technologie při které prochází čištěný plyn postupně rekuperačním výměníkem tepla, komorou pro nahřátí na potřebnou teplotu (obvykle to bývá komora s elektrickými topnými tělesy nebo plynovým hořákem), katalytickým ložem a opět rekuperačním výměníkem. Průchodem přes katalytické lože dojde k destrukci VOC a uvolnění tepla

Průtočné reaktory v závislosti od různých variant konstrukčního uspořádání, kvality použitého výměníku a složení oxidované látky pracují autotermně obvykle od úrovně cca 1000 mg VOC/m³.



evropský
sociální
fond v ČR

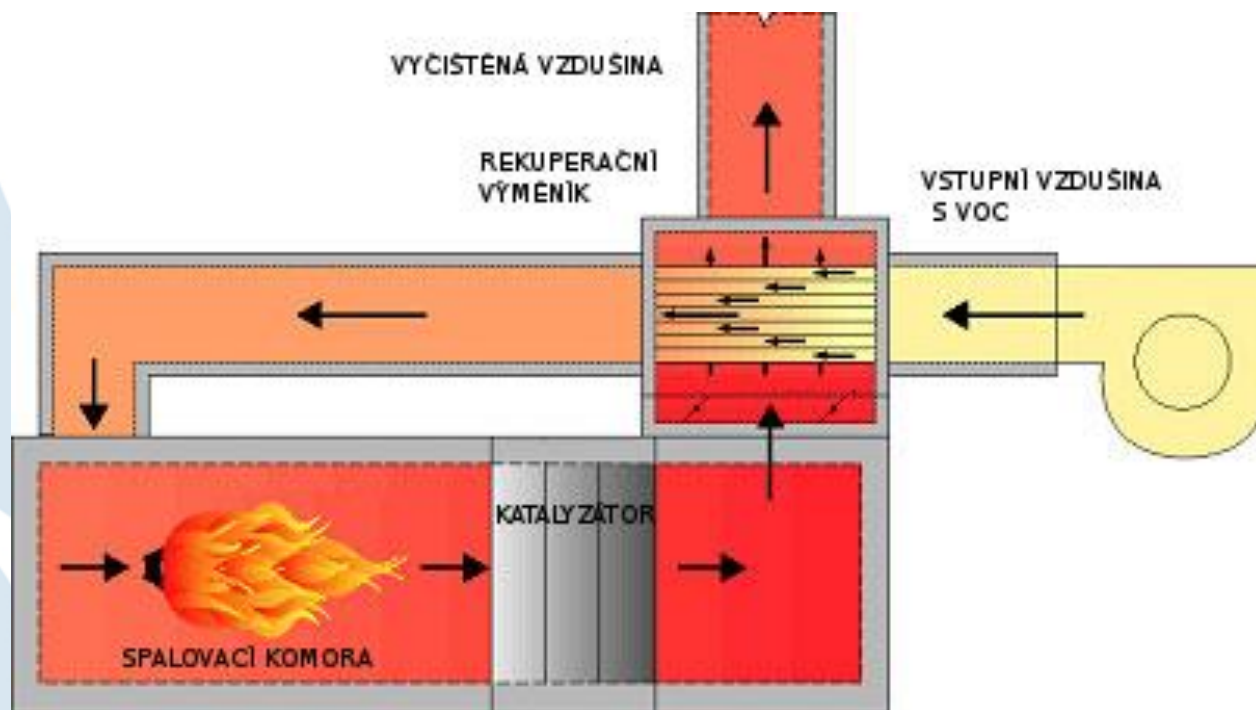


OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

KATALYTICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Jednotka z průtočným reaktorem s katalyzátorem a rekuperací tepla



KATALYTICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Regenerativní katalytická oxidace (RCO)

Tento systém pracuje na principu periodického střídání směru proudění čištěného plynu dvěma nebo více reaktory.

Plyny obsahující VOC procházejí nejprve ohřátou keramickou výplní reaktoru, která zde funguje jako regenerační výměník tepla s účinností výměny tepla cca 95 %. Vzdušina se zde nahřívá na pracovní teplotu. VOC jsou následně oxidovány na katalytické vrstvě dalšího reaktoru. Reakční teplo uvolněné oxidací je předáno keramické výplni druhého reaktoru. V dalším cyklu je směr průtoku plynu změněn. Předehřáté lože druhého reaktoru se stává zdrojem energie pro vstupující studenou vzdušinu a první reaktor je ohříván reakčním teplem. Směr průtoku plynu se pravidelně střídá a simuluje pseudostacionární stav.

Dosažení autotermního procesu je zde možné dosáhnout při násobně nižších koncentracích VOC, než je tomu u reaktorů s klasickými výměníky tepla. Současný stav techniky umožňuje realizovat systém, který zabezpečuje autotermní provoz již od koncentrace VOC cca $0,6\text{g/m}^3$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

KATALYTICKÉ A SMÍŠENÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Základní uspořádání dle koncentrací VOC ve znečištěném plynu:

Nízká úroveň znečištění (50 – 300 mg/m³)

Emise s nízkou úrovní koncentrace VOC (typickým případem jsou lakovny, použití vodou ředitelných barev, vysoké objemy odsávané vzdušiny) je nutné řešit ve dvou stupních. V prvním stupni dochází k zakoncentrování VOC na sorbentu, kterým je nejčastěji aktivní uhlí nebo sorbenty na bázi zeolitů, např. koncentrační kola, jsou investičně velmi náročné. Úroveň zakoncentrování je běžně 1:10, výjimečně 1:50.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚŠTNANOST

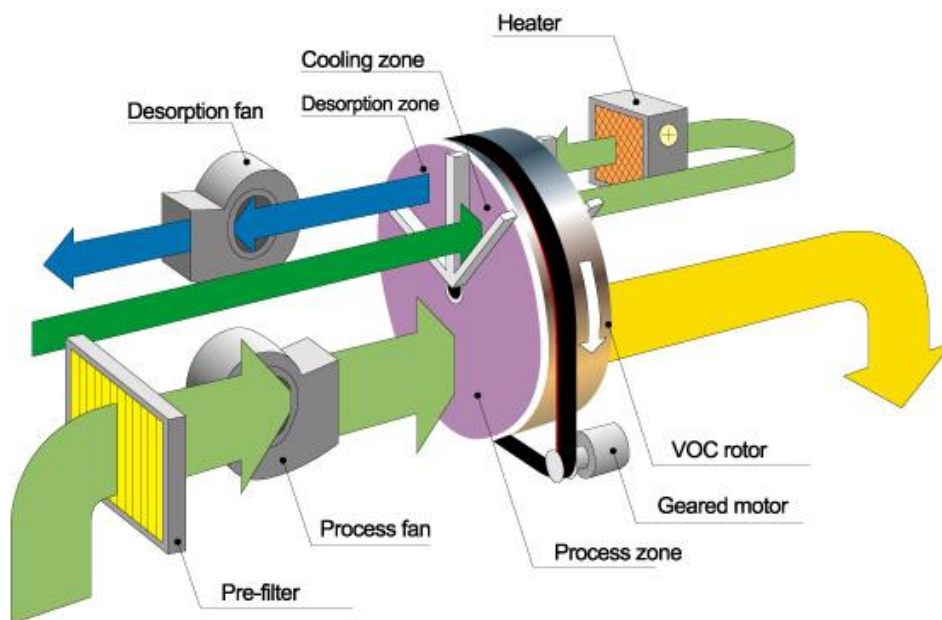
PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

KATALYTICKÉ A SMÍŠENÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Rotační koncentrátor:

vhodné použití pro – nízké koncentrace, vysoké průtoky

Úroveň zakoncentrování je běžně 1:10, výjimečně 1:50. Tímto způsobem lze po desorpci z koncentrátoru získat vzdušinu obsahující koncentraci VOC, která umožňuje autotermní provoz v některé z termicky oxidačních technologií.



KATALYTICKÉ A SMÍŠENÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Základní uspořádání dle koncentrací VOC ve znečištěném plynu:

Střední úroveň znečištění (300 - 3000 mg/m³)

Pro tuto oblast koncentrací je výhodné použití RCO systému s autotermním provozem od cca 600 mg/m³.

Vysoká úroveň znečištění (nad 3000 mg/m³)

Pro tuto úroveň koncentrací VOC se běžně používají průtočné reaktory.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

- Termické zneškodňování (oxidace) VOC vykazuje velmi vysokou účinnost destrukce (nad běžně 99,99%).
- Pracovní teplota u katalytických jednotek se pohybuje od 250 do 450°C, u jednotek bez katalyzátoru nad 800°C (běžně 800 – 900°C).
- Jednotky s regenerací tepla umožňují dosažení tepla až 90-95% využití tepla, jednotky s rekuperací tepla jen 50 až 75%.
- Množství přídavného paliva závisí na vstupní koncentraci, pracovní teplotě a využití tepla pro předehřev vstupní vzdušiny.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

TERMICKÉ POSTUPY ODSTRAŇOVÁNÍ VOC

Termická oxidace – společné spalování (použití jako spalovací vzduch v jiném technologickém uzlu)

Zdroj vzdušiny: Mitas Zlín

Charakter : vzdušina s obsahem benzinových par produkovaných při odsávání haly s výrobou pneumatik

Využití: přídavek do spalovacího vzduchu uhlénoho kotle v teplárně Alpiq Zlín

Délka propojovacího potrubí : cca 500m



ODSTRAŇOVÁNÍ ZÁPACHU

- Zpracování biologicky rozložitelných odpadů, intenzivní chovy a produkce zvířat a další činnosti člověka jsou spojené s tvorbou a uvolňováním nepříjemného zápachu do okolí.
- Typickým nositelem zápachu je amoniak, sirovodík a různé těkavé látky vzniklé anaerobním rozkladem odpadů.
- Legislativa a zejména stížnosti okolních obyvatel na nadměrné obtěžování zápachem vede provozovatele k zavádění technologií na odstraňování zápachu - adsorpce, absorpce, biofiltrace.



BIOFILTRACE

- Biofiltrace je účinná metoda založená na využití mikroorganismů schopných biodegradace nebo biotransformace škodlivých látek. Znečištěný vzduch prochází biofiltrem naplněným porézním materiálem pokrytým vrstvou biomasy.
- Při průchodu plynu biofiltrem dochází k zachycení a transportu polutantu do biomasy a k jeho následné biodegradaci na netoxické látky (oxid uhličitý, vodu a v případě anorganických látek na jejich oxidované formy nebo jejich využití při tvorbě nové biomasy).
- Biofiltrace představuje ekologicky šetrnou a hlavně bezodpadovou metodu čištění odpadního vzduchu od organických i některých anorganických látek včetně látek pachových.



evropský
sociální
fond v ČR



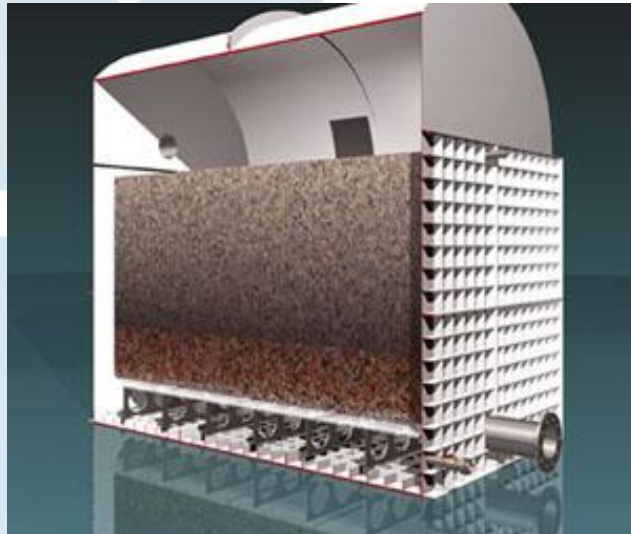
EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

BIOFILTRACE



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz