

NAJLEPŠIE DOSTUPNÉ TECHNIKY A MOŽNOSTI OBMEDZOVANIA PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTOK – VŠEOBECNE PRE VŠETKY VYMEDZENÉ ZARIADENIA POUŽÍVAJÚCE ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ

Najlepšie dostupné techniky (z anglického Best available techniques - BAT) musia zabezpečiť lepšiu úroveň ochrany životného prostredia ako dovtedy používané techniky. Prevádzky spadajúce pod Smernicu o priemyselných emisiách (tzv. Smernicu IED) - 2010/75/EÚ a sú vymedzenými zariadeniami v zmysle prílohy č.1 k zákonu o integrovanej prevencii a kontrole znečistenia NR SR č. 39/2013 Z.z. v znení neskorších zmien a predpisov (ďalej len Zákon o IPKZ), majú, resp. budú mať nastavené limity BAT- AEL v príslušných Záveroch o BAT. V ostatných prevádzkach sa dajú/môžu aplikovať vybrané z navrhnutých techník podľa Záverov o BAT. V niektorých prípadoch by ale využitie týchto techník mohlo byť pre „podprahové“ prevádzky (prevádzky nespádajúce pod Zákon o IPKZ) kontraproduktívne. Preto treba vždy veľmi dobre zvážiť ekologický prínos konkrétnej techniky a ekonomické náklady na jej zavedenie a udržanie.

Pre návrh najlepších dostupných techník si možno vymedziť nasledovné oblasti:

- skladovanie rozpúšťadiel a manipulácia s nimi,
- výber vhodného technologického zariadenia resp. procesu,
- používané materiály s obsahom organických rozpúšťadiel,
- inštalácia koncového odľučovacieho zariadenia.

1.1.1 SKLADOVANIE ROZPÚŠŤADIEL A MANIPULÁCIA S NIMI

- zabezpečiť, aby pracovníci boli vyškolení na predchádzanie a zabezpečenie prípadných únikov rozpúšťadiel,
- vypracovať a dodržiavať interné usmernenie týkajúce sa organizačného zabezpečenia odpadového hospodárstva pri úniku organických rozpúšťadiel aj pri bežnej prevádzke,
- identifikovať oblasti, kde by mohlo prísť k úniku organických rozpúšťadiel a zabezpečiť vhodnú preventívnu ochranu z pohľadu ochrany podzemných vôd– napr. nepriepustná podlaha, zdvojenie dna a pod.,
- vykonávať pravidelné prehliadky skladovacích a prevádzkových priestorov,
- zabezpečiť skladovanie organických rozpúšťadiel v uzavretých kontajneroch,
- skladovať len také množstvá organických rozpúšťadiel, ktoré sú potrebné pre zabezpečenie najbližších potrieb v prevádzke,
- zabezpečiť primeranú veľkosť nádrží na skladovanie organických rozpúšťadiel,
- ak je to možné, mať nádrže vybavené vizuálnymi alebo zvukovými signálmi pre prípad preplnenia
- vypracovať samostatné plány pre malý únik organického rozpúšťadla a pre veľký únik organického rozpúšťadla,
- ak je to možné, zaviesť systémy na automatické dávkovanie farieb, ich výmenu a čistenie a minimalizovať priamu manipuláciu s prípravkami s obsahom organických rozpúšťadiel obsluhou, (minimalizuje sa tým riziko úniku organických rozpúšťadiel)
- využívať pri manipulácii s nádobami obsahujúcimi organické rozpúšťadlá na transport vozík s kontajnerom aby sa predišlo možnému úniku organických rozpúšťadiel,
- v ideálnom prípade zabezpečiť odsávanie alebo zachytávanie pár aj pri prečerpávaní organických rozpúšťadiel z cisterny do prevádzkových skladovacích nádrží a pri nakladaní a vykladaní nádob s organickými rozpúšťadlami.

1.1.2 VÝBER VHDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO ZARIADENIA, RESP. PROCESU A POUŽÍVANÝCH MATERIÁLOV S OBSAHOM ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL

Nižšie je uvedený prehľad najlepších dostupných techník, ktoré nahrádzajú štandardné techniky využívajúce organické rozpúšťadlá a minimalizujú vplyv na životné prostredie.

Vždy však treba systematicky vyhodnotiť, ktorá náhrada má aj environmentálny prínos. Je vhodné, aby prevádzkovateľ mal vypracovaný a zavedený napr. Plán minimalizácie použitia organických rozpúšťadiel v procese. Výber techniky povrchovej úpravy je obmedzený typom činnosti, tvarom a typom podkladu, na ktorý sa náter aplikuje, požiadavkami na kvalitu, potrebou vzájomnej kompatibility materiálov, spôsobov sušenia a vytvrdzovania.

Možné zmeny v procesoch, ktoré vedú k zníženiu spotreby organických rozpúšťadiel:

- tenšie vrstvy náteru,
- zníženie počtu používaných farieb (používaná farebná škála),
- efektívnejšie dávkovanie farieb – napr. optimalizácia rozstrekovania sprejom,
- použitie náterov, farieb alebo lepidiel na báze vody, kde je organické rozpúšťadlo čiastočne nahradené vodou – pri takejto náhrade treba zväžiť skutočný environmentálny prínos: napr. pri lakovaní plastov je možné takto nahradiť len prípravky používané pre nátery na časti, ktoré sa používajú v interiéri, pri kovových častiach je lepšia krycia schopnosť, pri syntetických náteroch, dá sa naniesť tenšia vrstva, pri vodou riediteľných farbách je dlhšia doba zasychania a vyššia možnosť poškodenia náteru a potom nutnosť následnej častejšej reparácie, ako pri syntetickom nátere, čo vedie k zvýšenej spotrebe organických rozpúšťadiel pri následnej oprave. Aj pri vodou riediteľných náteroch sa musí linka čistiť pri každej zmene farebného odtieňa s využitím organických rozpúšťadiel, čím vzniká veľké množstvo nebezpečného odpadu s obsahom organických rozpúšťadiel
- zavedenie farebných blokov pre zníženie potreby čistenia systémov po každej aplikácii
- použitie čistiacich materiálov na báze vody namiesto čistiacich prostriedkov s vysokým podielom organických rozpúšťadiel
- galvanické nanášanie náteru – farba sa disperguje vo vodnom roztoku a na substrát sa nanáša pod vplyvom elektrického poľa (elektroforetické nanášanie),
- využitie náterov, farieb alebo lepidiel, ktoré sa vytvrdzujú UV alebo IČ žiarením – aktiváciou určitých chemických skupín pod týmto žiarením, bez emisií VOC,
- využívanie dvojzložkových lepidiel bez organických rozpúšťadiel zložených zo živice a vytvrdzovača,
- použitie lepidiel tavených zo syntetických kaučukov a živíc bez použitia organických rozpúšťadiel,
- využívanie práškových náterov, kde sa náter nanáša ako jemne rozomletý prášok, ktorý sa potom termálne vytvrdzuje,
- uprednostnenie robotického nanášania pred manuálnym. V prípade, že je manuálne nanášanie nevyhnuté, správne vyškolenie a dobrá zručnosť operátorov (striekačov) môže viesť k zníženiu spotreby organických rozpúšťadiel.

Pre malé a stredné prevádzky môže byť využitie niektorých z uvedených postupov nielen ekonomicky nevýhodné, ale aj ekologicky neprípustné (keď napr. v dôsledku zníženia emisií VOC vo vstupných materiáloch vzniká veľké množstvo „nového“ druhu odpadu, niekedy s veľmi vysokým obsahom OR), čo je v rozpore so základným princípom Smernice IED, ktorý stanovuje, minimalizáciou znečisťovania jednej zložky životného prostredia nesmie viesť k prenášaniam znečistenia do inej zložky ŽP. Najjednoduchšie sa teda javí riešenie náhrady materiálov s organickými rozpúšťadlami za vodou riediteľné materiály (napr. nátery, farby, ...). No aj táto náhrada môže mať svoje nevýhody, predovšetkým v súvislosti s vyššími prevádzkovými nákladmi (vyššia spotreba elektrickej energie, dlhšia doba taktu výroby, vyššia kazovosť výsledného produktu, častejšie opravy, a pod.). Z vyššie uvedených dôvodov je dôležité zhodnotiť celkové posudzované kapacity a náklady spojené s implementáciou týchto opatrení.

Zhodnotenie výhod a nevýhod náhrady tradičných systémov s organickými rozpúšťadlami sa vodouriediteľné farby z pohľadu malého a stredného prevádzkovateľa je zhrnuté v nasledovnej tabuľke:

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> • nízky obsah VOC – chráni životné prostredie aj zdravie ľudí 	<ul style="list-style-type: none"> • kratšia životnosť a vyššia doba spotreby – farba sa dá využívať kratší čas, čo u malého a stredného prevádzkovateľa predstavuje problém – farba zaschne pred využitím balenia – produkovanie zbytočného odpadu
<ul style="list-style-type: none"> • minimálny zápach, resp. systémy bez pachovej stopy (zápachu) 	<ul style="list-style-type: none"> • umývanie výrobných liniek je stále nutné vykonávať s využitím OR, neodpadá problém s produkciou nebezpečného odpadu s obsahom OR (niekedy je dokonca jeho produkcia vyššia ako v prípade konvenčných systémov)

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> • nehorľavosť 	<ul style="list-style-type: none"> • vodou riediteľné farby potrebujú dlhšiu dobu sušenia aj vyššiu teplotu, pri požiadavke na kvalitné nátery je nutné obstarat' sušiacu kabínu – obstarávanie náklady niekoľko tisíc eur + zvýšené prevádzkové náklady na spotrebu energií a údržbu, čo môže byť pre malého prevádzkovateľa ekonomicky neúnosné
<ul style="list-style-type: none"> • na riedenie (zmenu viskozity NH pred použitím) nie je potrebné organické rozpúšťadlo 	-

1.1.3 KONCOVÉ ODLUČOVACIE ZARIADENIA

V prípadoch, keď náhrada organického rozpúšťadla v používanom prípravku, alebo zníženie jeho obsahu, nie je možné, vykonané opatrenia neprinesli očakávaný výsledok, na zníženie emisií VOC sa môžu použiť aj rôzne techniky tzv. koncového odlučovania VOC. Najbežnejšie používané sú nasledovné zariadenia:

REKUPERATÍVNA TERMICKÁ OXIDÁCIA

Pri rekuperatívnej termickej oxidácii sú odpadové plyny s obsahom VOC čistené priamym spaľovaním (oxidáciou) organických látok obsiahnutých v odpadovom plyne.

Funkčný princíp

Jedná sa o pomerne jednoduchý systém pozostávajúci z:

- centrálnej oceľovej spaľovacej komory s plynovým horákom,
- integrovaného spalínového výmenníka tepla so zväzkom trubiek usporiadaných do kruhu ,
- ventilátora pre transport čisteného odpadového plynu.

Čistený odpadový plyn najskôr prechádza integrovaným výmenníkom tepla, kde sa prehreje. Z výmenníka vystupuje do spaľovacej komory s plynovým horákom, v ktorom sa odpadový plyn nahreje na reakčnú (prevádzkovú) teplotu, obvykle medzi 700 - 800°C.

Veľkosť komory je dimenzovaná tak, aby bola doba zdržania čisteného plynu na reakčnú teplotu po dobu minimálne jednej sekundy. V komore dochádza k spáleniu VOC a vzniká CO₂ a H₂O a uvoľneniu reakčného tepla. Toto teplo je následne v integrovanom výmenníku predané privádzanému znečistenému odpadovému plynu.

Táto technológia dosahuje bežne účinnosť čistenia nad 95%. Hranica autotermného procesu, kedy zariadenie už nepotrebuje dodávku externej tepelnej energie (nábehový a stabilizačný horák na zemný plyn) a je úplne sebestačné, sa pohybuje na úrovni cca 3 g_{TOC}/m³.

Typická oblasť použitia

Toto zariadenie je vhodné na čistenie plynu so stredným a vyšším obsahom VOC, cca 3 - 10 g/m³. Z hľadiska objemu čisteného odpadového plynu sa jedná o jednotky schopné čistiť až desiatky tisíc m³/h odpadového plynu. Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie sú chemický priemysel, povrchové úpravy materiálov a výrobkov.

Výhody použitia

- robustnosť zariadenia a spoľahlivosť prevádzkovania,
- vysoká flexibilita zariadenia z hľadiska koncentrácií VOC,
- efektívne využitie odpadového tepla,
- nízke prevádzkové náklady pri používaní zariadenia nad hranicou autotermného prevádzkovania.

REGENERATÍVNA TERMICKÁ OXIDÁCIA

Pri regeneratívnej termickej oxidácii sú odpadové plyny s obsahom VOC čistené priamym spaľovaním (oxidáciou) organických látok obsiahnutých v odpadovom plyne a uvoľnené teplo sa používa na predohrev privádzaného odpadového plynu určeného na čistenie.

Funkčný princíp

Zariadenie pre regeneratívnu termickú oxidáciu obvykle pozostáva z:

- troch komôr (možný počet 2 až 5),
- prepojovacích kanálov s armatúrami,
- ventilátorov na transport čisteného a vyčisteného odpadového plynu.

Komory sú vyplnené keramickým lôžkom, ktoré je tvorené sypanou keramickou náplňou alebo voštinovými monolitmi, ktoré fungujú ako integrovaný výmenný tepelný systém. V hornej časti je spaľovací priestor s plynovým horákom, s ktorým sú komory prepojené.



Zdroj: Odlučovacie zariadenia VOC_EL VAC KOTECHNIKA a.s., Ostrava – Vítkovice, Česká republika

Tento systém pracuje na princípe periodického prepínania prúdenia čisteného vzduchu medzi všetkými reaktorovými komorami. Jedna z nich je vždy vo fáze predávania tepla (predhrievanie vstupujúceho odpadového plynu, ktorý je čistený), druhá vo fáze akumulovania tepla vyprodukovaného plynovým horákom a uvoľneného oxidáciou VOC a tretia komora je vyplachovaná vyčisteným vzduchom.

Predávanie tepla dosahuje účinnosť cca 96%, takže znečistený odpadový plyn vstupujúci do spaľovacieho priestoru je takmer na prevádzkovej teplote zariadenia a prídavným horákom (zvyčajne na zemný plyn) je iba dohrievaný na teplotu spaľovaciú 750 - 850°C. Za týchto podmienok sú prítomné VOC, prípadne CO zo spaľovania zemného plynu, oxidované na CO₂ a H₂O za súčasného uvoľňovania reakčného tepla.

Táto technológia dosahuje bežne účinnosť čistenia nad 95%. Hranica autotermného procesu, kedy zariadenie už nepotrebuje dodávku externej tepelnej energie a je úplne sebestačné, sa pohybuje na úrovni cca 1,5 g_{TOC}/m³.

Typická oblasť použitia

Tieto zariadenia sú vhodné pre čistenie vzduchu so stredným obsahom VOC, cca 2 - 5 g/m³. Z hľadiska objemu čisteného vzduchu sa jedná o jednotky schopné čistiť desiatky tisíc m³/h odpadového plynu. Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie sú chemický priemysel, povrchové úpravy materiálov a výrobkov, tlačiarne a farmaceutický priemysel.

Výhody použitia

- nízke prevádzkové náklady priameho spaľovania v oblasti optimálneho použitia,
- prijateľná nákupná cena,
- robustnosť zariadenia a spoľahlivosť prevádzky,
- flexibilita zariadenia s hľadiska premenlivej koncentrácie VOC.

REKUPERATÍVNA KATALYTICKÁ OXIDÁCIA

Pri rekuperatívnej katalytickej oxidácii sú odpadové plyny s obsahom VOC čistené spaľovaním (oxidáciou) organických látok obsiahnutých v odpadovom plyne na katalyzátore.

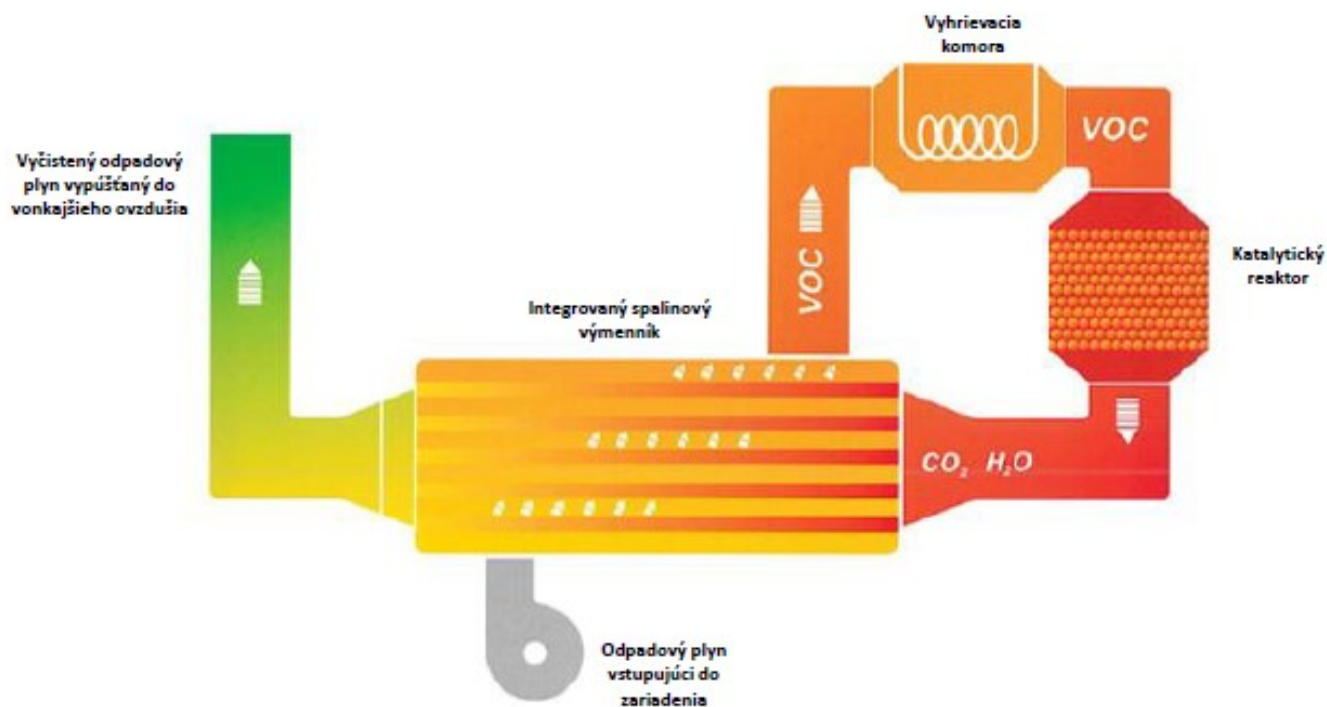
Funkčný princíp

Jedná sa o jednoduchý systém pozostávajúci z:

- katalytického reaktora s uloženou katalytickou vrstvou (granulovaná náplň alebo voštinové monolity),
- predradeného spalínového výmenníka tepla,
- vykurovacích komôr (ohrievačov) a
- ventilátora pre transport čisteného odpadového plynu.

Čistený vzduch či iný procesný plyn najskôr prechádza výmenníkom tepla, kde sa prehreje. Za výmenníkom nasleduje vyhrievacia komora (s elektrickými vyhrievacími telesami, prípadne s plynovým horákom), v ktorej sa vzduch, ak je to potrebné, nahreje na prevádzkovú teplotu katalytickej reakcie, zvyčajne nad 300°C.

Priechodom cez katalytické lôžka v reaktore sú VOC v odpadovom plyne oxidované na CO₂ a H₂O. Výhodou je, že katalytická oxidácia prebieha pri nízkych teplotách, pri ktorých sa netvorí oxid dusíka. Pri katalytických reakciách sa uvoľní teplo, ktoré je následne vo výmenníku predané prichádzajúcemu znečistenému odpadovému plynu.



Zdroj: Odlučovacie zariadenia VOC_ELVAC KOTECHNIKA a.s., Ostrava – Vítkovice, Česká republika

Toto zariadenie dosahuje bežne účinnosť nad 95%, v prípade potreby sa dá úpravami dosiahnuť aj vyššia účinnosť. Hranica autotermného procesu, kedy zariadenie už nepotrebuje dodávku externej tepelnej energie a je úplne sebestačné, sa pohybuje na úrovni cca 2 g_{TOC}/m³.

Typická oblasť použitia

Technológia je vhodná na čistenie plynu so stredným a vyšším obsahom VOC, cca 2 - 6 g/m³. Z hľadiska objemu čisteného odpadového plynu sa jedná o jednotky až desiatky tisíc m³/h. Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie sú tlačiarne, chemický priemysel, farmaceutický priemysel, povrchové úpravy materiálov a výrobkov.

Výhody použitia

- relatívne nízka nákupná cena vzhľadom k objemu čisteného odpadového plynu,
- robustnosť zariadenia a spoľahlivosť prevádzky,
- vysoká flexibilita zariadenia z hľadiska koncentrácií aj prítokov vzduchu,
- veľmi nízke prevádzkové náklady pri používaní zariadenia nad hranicou automatického prevádzkovania.

REGENERATÍVNA KATALYTICKÁ OXIDÁCIA

Pri regeneratívnej katalytickej oxidácii sú odpadové plyny s obsahom VOC čistené oxidáciou organických látok obsiahnutých v odpadovom plyne na katalyzátore.

Funkčný princíp

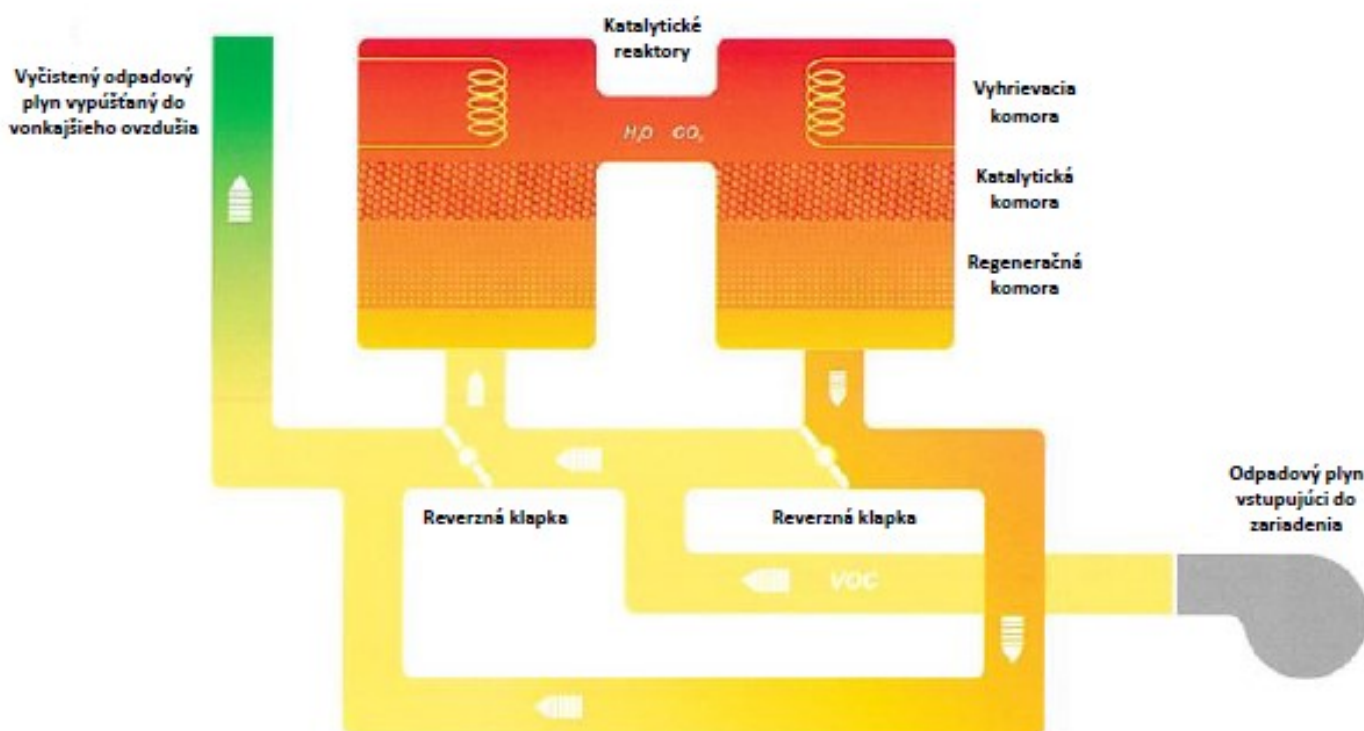
Zariadenie pre regeneratívnu katalytickú oxidáciu pozostáva z:

- dvoch reaktorov (komôr),
- expanznej časti na vyrovnanie koncentračných výchyliek v systéme,
- ventilátorov na transport čisteného a vyčisteného odpadového plynu.

V dolnej časti oboch reaktorov (generačná komora) sa nachádza keramická výplň (Raschigové krúžky, keramické voštiny). Nad keramickou výplňou je katalytická komora s vrstvou katalyzátora (granulovaná náplň alebo voštinové monolity). V hornej časti, kde sú reaktory prepojené spojovacím článkom, sú vykurovacie komory s elektrickými vykurovacími telesami, prípadne horákom na zemný plyn alebo LPG.

Tento systém pracuje na princípe periodického prepínania smeru prúdenia čisteného odpadového plynu medzi oboma reaktormi (komorami). Znečistený vzduch najprv prechádza ohriatou keramickou výplňou prvého reaktora, kde sa nahreje na prevádzkovú teplotu katalytickej reakcie.

Priechodom cez katalytické lôžko prvého aj druhého reaktora sú VOC v čistenom odpadovom plyne oxidované na CO_2 a H_2O , pričom sa uvoľní reakčné teplo. Toto teplo je s účinnosťou cca 96 % následne akumulované v keramickej náplni druhého reaktora. V jednom smere prúdenia keramická náplň prvého reaktora chladne, v druhom reaktore sa nahrieva. Preto je generátor doby reverzného smeru prúdenia periodicky prepínaný.



Zdroj: Odľučovacie zariadenia VOC_EL VAC KOTECHNIKA a.s., Ostrava – Vítkovice, Česká republika

Táto technológia dosahuje bežne účinnosť čistenia nad 95%. Hranica autotermného procesu, kedy zariadenie už nepotrebuje dodávku externej tepelnej energie (zvyčajne elektrickej) a je úplne sebestačné, sa pohybuje na úrovni cca 0,55 g_{TOC}/m³.

Zariadenie je možné odstaviť bez potreby jeho vychladnutia. Po odstávke, netrvajúcej viac ako približne jednu pracovnú zmenu, sa môže jednotka okamžite naštartovať do režimu katalytického spaľovania bez nároku na jej vyhriatie na prevádzkovú teplotu. Naakumulované teplo je dostatočné pre naštartovanie katalytickej reakcie.

Typická oblasť používania

Technológia je vhodná pre čistenie plynov s nízkym a stredným obsahom VOC, cca 0,3 – 3,0 g/m³. Z hľadiska objemu čisteného odpadového plynu sa jedná o jednotky až desiatky tisíc m³/h. Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie sú tlačiarne, chemický priemysel, farmaceutický priemysel, povrchové úpravy materiálov a výrobkov, laminovanie, odmasťovanie a čistenie povrchov.

Výhody použitia

- najnižšie prevádzkové náklady priameho spaľovania typického použitia,
- robustnosť zariadenia a spoľahlivosť prevádzkovania pri vysokej účinnosti oxidácie,
- flexibilita zariadenia z hľadiska koncentrácií VOC aj prietokov vzduchu,
- prijateľná nákupná cena.

ZEOLITOVÝ ROTAČNÝ KONCENTRÁTOR

Účelom rotačného zeolitového koncentrátora je skoncentrovanie prchavých organických látok (VOC) zastúpených v nízkych koncentráciách vo veľkých objemoch odpadového plynu do malého objemu vzduchu s vysokým obsahom VOC.

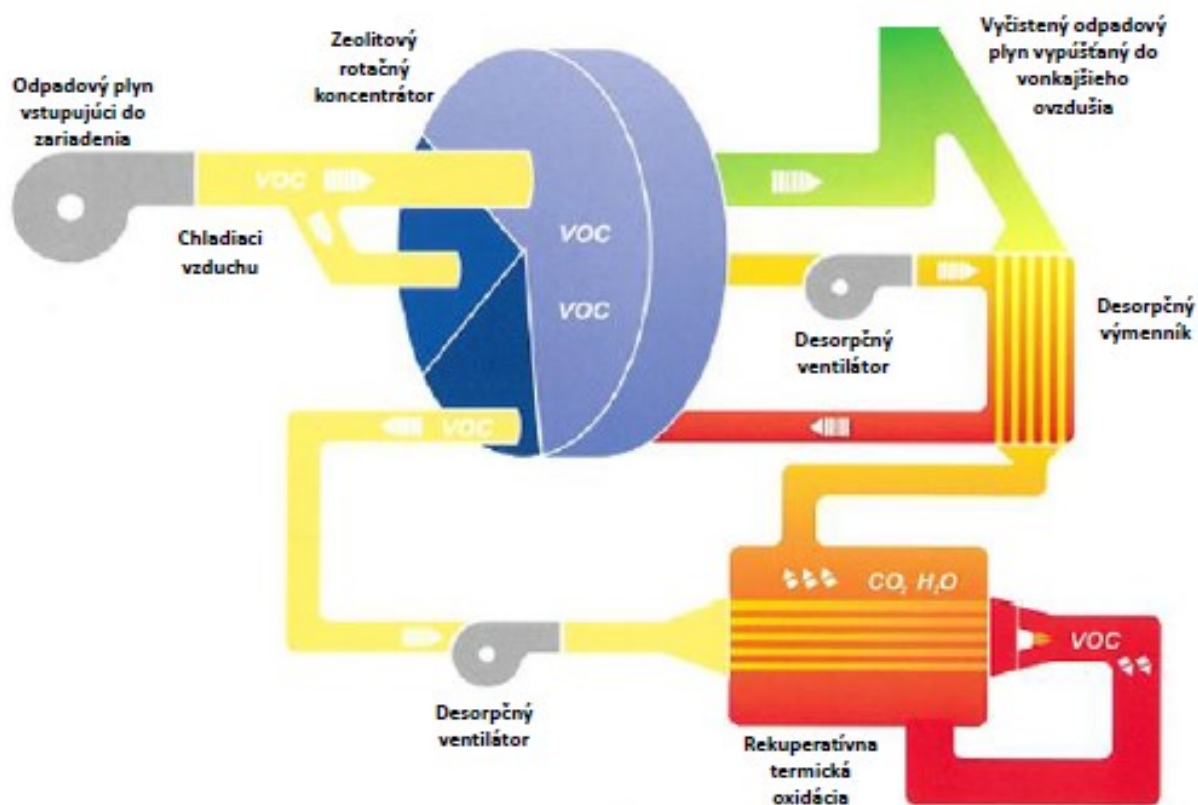
Funkčný princíp

Veľké objemy znečisteného vzduchu prechádzajú otáčajúcim sa adsorpčným diskom (rotorom). Disk je rozdelený na tri časti:

- adsorpčná zóna (najväčšia plocha, cca 80%),
- chladiaca zóna
- desorpčná zóna.

V adsorpčnej časti sú VOC adsorbované na vrstve zeolitu (syntetický hlinito-kremičitánový keramický adsorbent) nanesej na lamelách z minerálnych vlákien alebo sú zachytávané v aktívnom uhlí. Vyčistený odpadový plyn, zbavený VOC, odchádza do vonkajšej atmosféry. Účinnosť záchytu VOC je zvyčajne cca 95%.

Časť čisteného odpadového plynu je z hlavného prúdu oddelená a využitá najskôr ako chladiaci vzduch pre ochladzovanie zeolitej výplne pred jej opätovným použitím (chladiaca časť) a potom, po prechode desorpčným výmeníkom, ako desorpčný vzduch po vytesnení VOC z vrstvy zeolitu (desorpčná časť).



Zdroj: Odlučovacie zariadenia VOC_EL VAC KOTECHNIKA a.s., Ostrava – Vítkovice, Česká republika

Tento vzduch s vysokou koncentráciou VOC (jednotky g/m^3) je odvádzaný priamo do jednotky termickej, prípadne katalytickej oxidácie. Teplo, ktoré v tejto jednotke vzniká (z plynového horáku aj spálením VOC) je čiastočne využité k predhriatiu vstupujúceho odpadového plynu a v následnom desorpčnom výmeníku, k nahriatiu desorpčného vzduchu.

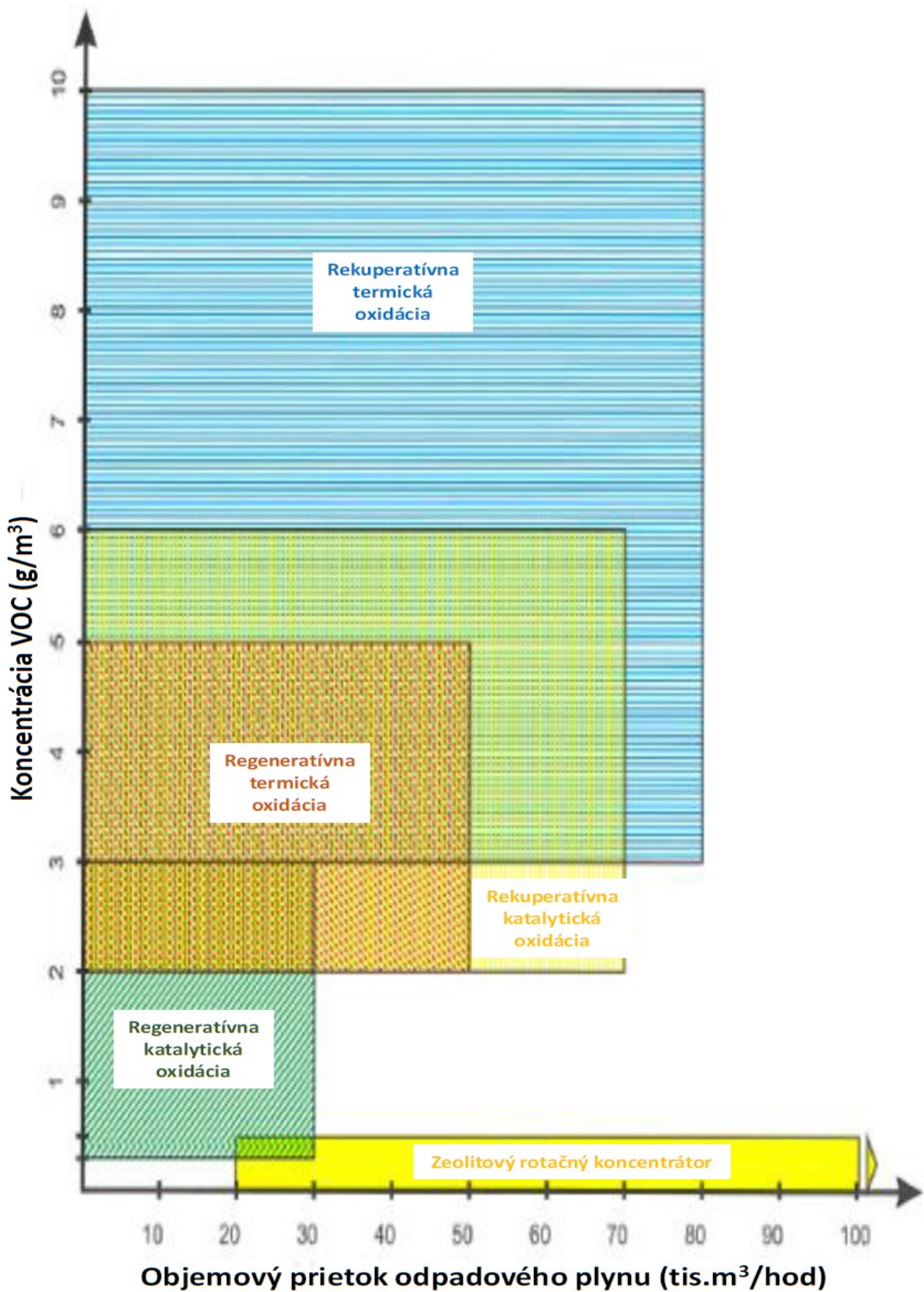
Typická oblasť použitia

Toto zariadenie je vhodné pre nízke koncentrácie VOC ($50 - 500 \text{ mg}/\text{m}^3$) a veľké objemy čisteného vzduchu na úrovni desiatok až stoviek tisíc m^3/h . Obmedzujúcimi parametrami sú vysoká vlhkosť vstupujúceho vzduchu a obsah tuhých prachových častíc. Tieto problémy sa musia vyriešiť pred privedením odpadového plynu do tejto jednotky. Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie sú tlačiarne, chemický priemysel, povrchové úpravy materiálov a výrobkov, laminovanie.

Výhody použitia

- nízka nákupná cena vzhľadom k objemu vyčisteného odpadového plynu,
- najnižšie prevádzkové náklady v oblasti typického používania,
- flexibilita zariadenia z hľadiska koncentrácií aj prítokov odpadového plynu,
- požiarne bezpečnosť (v porovnaní s aktívnym uhlím),
- dlhá životnosť adsorpčného materiálu.

Oblasť typického použitia, resp. inštalovania jednotlivých typov koncových odlučovacích zariadení, v závislosti od koncentrácie VOC v odpadovom plyne a jeho objemového prítoku, sú uvedené na nasledovnom obrázku:



Zdroj: Odlučovacie zariadenia VOC_ELVAČ KOTECHNIKA a.s., Ostrava – Vítkovice, Česká republika

BIOFILTRÁCIA

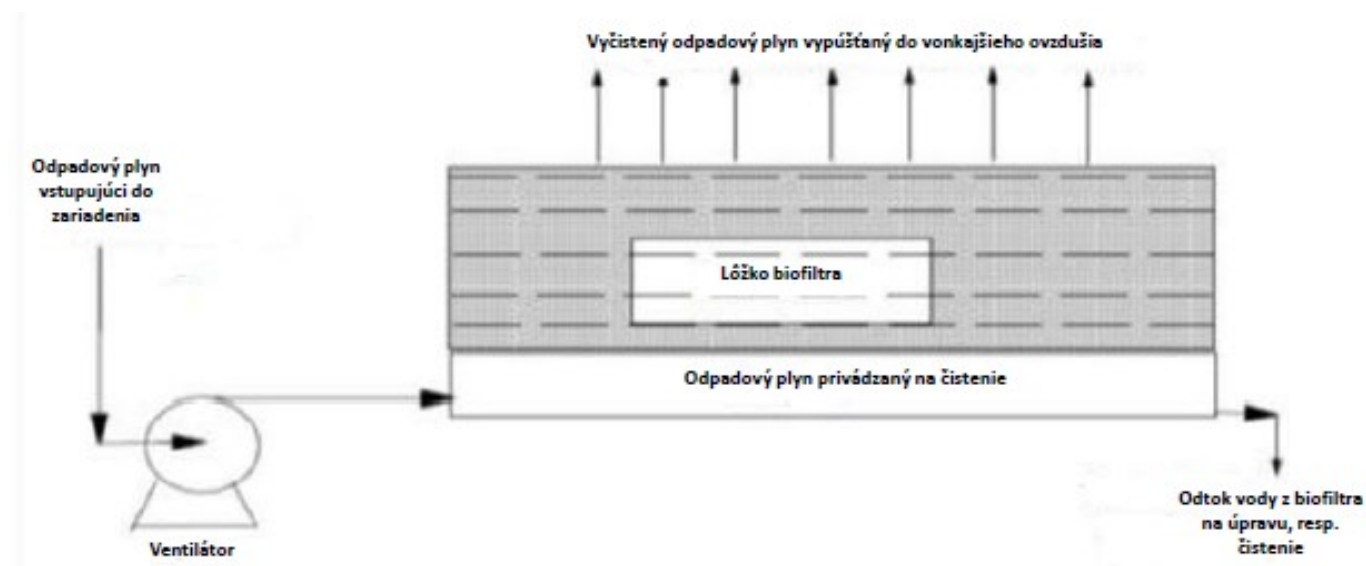
Biofiltrácia je čistenie vzduchu založené na využití mikroorganizmov na rozklad alebo biotransformáciu organických znečisťujúcich látok alebo pachových látok. Mikroorganizmy (nižšie huby, baktérie, kvasinky) využívajú organické látky väčšinou ako zdroj energie na svoj rast a rozmnožovanie.

Funkčný princíp

Princíp biologického rozkladu plyných látok spočíva v tom, že molekuly VOC sa sorbujú na povrchu biofilmu, ktorý sa vytvára na pevných časticach náplne – biofilmu. Biofiltrácia je niekoľkostupňový proces. Prvým krokom je rozpustenie molekúl znečisťujúcich látok vo vode, nasleduje transport molekuly biofilmom k bakteriálnej bunke a transport molekuly cez bunkovú membránu do baktérie. Tam prebieha samotný metabolizmus a rozklad znečisťujúcich látok.

Na elimináciu znečisťujúcich látok v plynom stave sa využíva niekoľko biologických technológií. Princíp je pri všetkých rovnaký, odlišné sú len technické riešenia. Najznámejšie a najviac používané je čistenie vzduchu v biofiltroch s pevným lôžkom.

Biofilter s pevným lôžkom je najjednoduchšia alternatíva z hľadiska technického riešenia aj investičných nákladov. Má však najnižšiu odbúravaciu kapacitu v jednotkovom objeme zariadenia. Princípna schéma biofiltra s pevným lôžkom je na nasledovnom obrázku:



Zdroj: <https://www.slideshare.net/AshishkumarYadav3/biofilters-for-control-of-air-pollution>

Ďalšími technickými alternatívami sú kropeň biofilter a biovypieranie. Kropeň biofilter sa využíva predovšetkým na elimináciu znečisťujúcich látok rozpustných vo vode. Biovypieranie je najvhodnejšie na odstraňovanie vo vode rozpustných znečisťujúcich látok, avšak s vyššími vstupnými koncentraciami, prípadne na odstraňovanie pevných častíc.

Typická oblasť použitia

Biofiltrácia je veľmi vhodná pri výskyte jednej alebo dvoch VOC ľahko rozpustných vo vode v nízkej koncentrácii v odsávanom odpadovom plyne. Obyčajne sa nepoužíva pri odpadových plynch s veľkým množstvom rôznych druhov VOC (zmes VOCs). Pri vyššej koncentrácii znečisťujúcich látok (približne 1,5 až 2,0 g/m³) sú ekonomicky výhodnejšie oxidačné metódy (termická a/alebo katalytická oxidácia). Obmedzujúcimi parametrami sú nutnosť dotovania biofiltra

odpadovým plynom aj v čase odstávok, prítomnosť biologických jedov a obsah tuhých prachových častíc. Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie, sú laminátovne a farmaceutické prevádzky.

Výhody použitia:

- jednoduchá konštrukcia,
- vysoká efektívnosť pre selektívne VOC a pachové látky.

Nevýhody použitia:

- priestorová náročnosť,
- optimálna pracovná teplota biofiltra je 18 – 32°C (preto je v lete potrebné jeho chladenie),
- teplota biofiltra by nemala na dlhší čas klesnúť pod 8°C (v zimnom období je preto potrebné vyhrievanie),
- možnosť vysušenia lôžka biofiltra, ktorého opätovné zvlhčenie býva technicky aj ekonomicky náročné, optimálna vlhkosť lôžka dosahuje takmer úplné nasýtenie vodou (95%),
- chýlostivosť náplne na kolísanie koncentrácie, intoxikáciu alebo prekyslenie a prach,
- v prípade dlhšie trvajúcich prevádzkových odstávok je potrebné dotovanie biofiltra „živinami“ = VOC,
- prúd vzduchu môže dosahovať maximálnu rýchlosť 100 – 400 m³ za hodinu na m² filtračného povrchu.

ELEKTROSTATICKÝ SEPARAČNÝ SYSTÉM - E-SCRUB (EISENMANN)

Účelom elektrostatického separačného systému je zachytávanie prestrekov farieb a lakov priamo v striekacej kabíne a tak znižovať predovšetkým emisie TZL.

Funkčný princíp

V striekacej kabíne prúdi vzduch zhora nadol. Prestreky farieb a lakov ostávajú v pracovnom prostredí kabíny v podobe aerosólov. Tieto prestreky sú núteným obehom vzduchu „vťahované“ do odstreďovacej sústavy. Zvyčajne je v striekacích kabínach inštalovaná vodná clona.



Zdroj: NEW-GENERATION ELEKTROSTATIC OVERSPRAY SEPARATION SYSTEM E-SCRUB V.2, EISENMANN, Böblingen, Nemecko

E-scrub pracuje na princípe elektromagnetického poľa a riadeného pohybu aniónov a katiónov. Častočky lakov a farieb sú priamo v striekacej pištoli robota nabíjané elektrickým nábojom. Pri nanášaní na upravovaný povrch výrobku, ktorý je nabitý opačne, sa určitá časť aerosólu NH nezachytí na výrobku a vzduchom v kabíne je strhávaná do E-SCRUBu. Vyčistený odpadový vzduch zo striekacej kabíny je z 90% znovu použitý ako cirkulačný vzduch späť v kabíne a len 10% je vypúšťaných do vonkajšieho ovzdušia. Týchto 10% je nahradených čerstvým vzduchom.

Separáčny modul sa nachádza pod striekacou kabínou. Modul obsahuje striedavo usporiadané aktívne a pasívne prvky. V aktívnych prvkoch je koróna pod vysokým napätím, ktorá nabíja všetky častice striekanej NH. Tieto častice potom priťahuje pasívny, uzemnený, modul (deliaca doska). Deliaca doska je pokrytá tenkou vrstvou separačného činidla (separačného gélu). Častice NH priťahované na oddeľovaciu dosku sú zachytávané priamo v separačnom gély. Takto obohatený gél prúdi do zberného zariadenia pod nádržou E-Scrubu. Časť gélu s obsahom prestrekov sa vymyje, zvyšok gélu, sa cez systémú nádrž, vráti späť do kabíny.

Detail separačného modulu je na nasledovnom obrázku:



Zdroj: NEW-GENERATION ELEKTROSTATIC OVERSPRAY SEPARATION SYSTEM E-SCRUB V.2, EISENMANN, Böblingen, Nemecko

Typická oblasť použitia

Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie sú povrchové úpravy materiálov a výrobkov, resp. všetky činnosti, pri ktorých sa NH nanášajú v uzavretých striekacích kabínach.

Výhody použitia

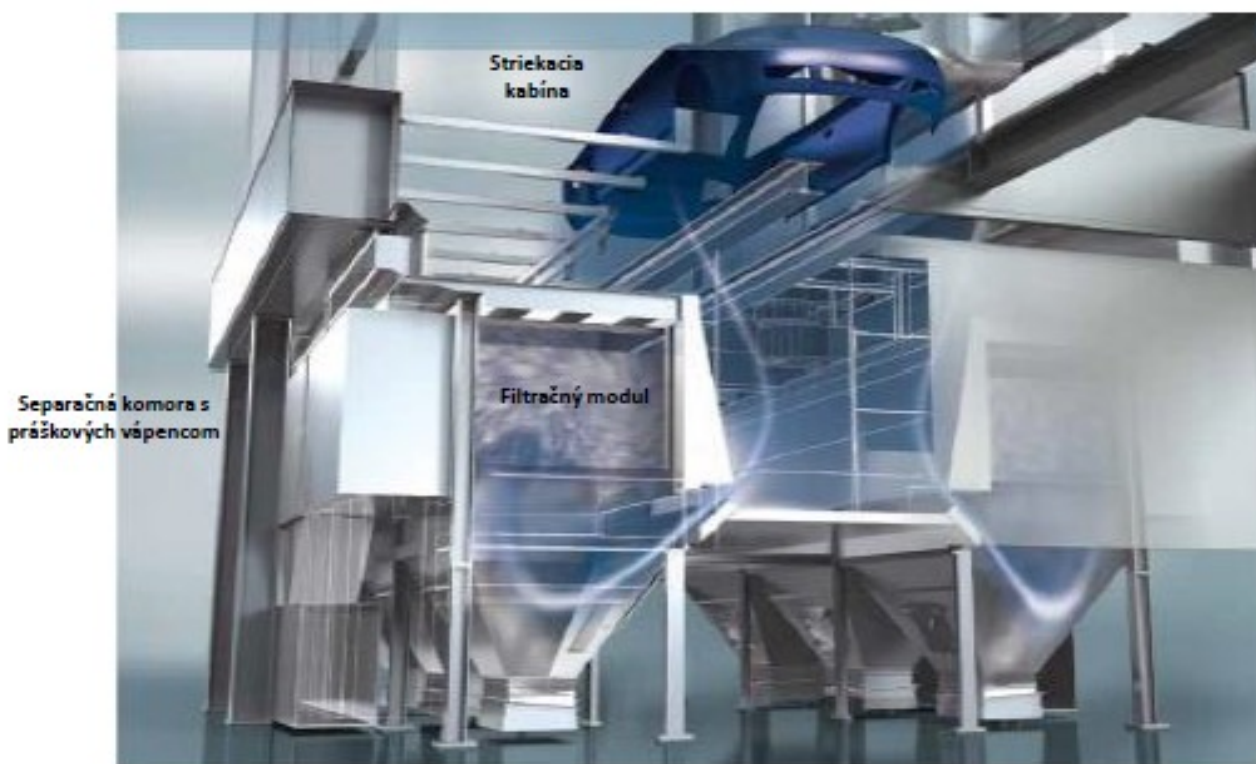
- nízky obsah vlhkosti v odpadovom plyne odvádzanom zo striekacej kabíny,
- nižšia energetická náročnosť lakovania z dôvodu recirkulácie čisteného vzduchu v striekacej kabíne (oproti systémom s vodnou clonou, kde dochádza k 100% nahradeniu privádzaného vzduchu, je v tomto prípade potrebné upravovať len 10% privádzaného čerstvého vzduchu),
- podstatne vyššia účinnosť zachytávania TZL v porovnaní s vodnou clonou,
- zníženie množstva vznikajúcich odpadov s obsahom VOC (kal a kalová voda je nahradená separačným gélom).

SUCHÝ ODLUČOVACÍ SYSTÉM – ECO DRY SCRUBBER (DÜRR)

Účelom tohto suchého separačného systému je zachytávanie prestrekov farieb a lakov do prúdu zvíreného práškoveho vápenca pod striekacou kabínou (do suchej práčky vzduchu) a tak znižovať predovšetkým emisie TZL.

Funkčný princíp

Častice farieb a/alebo lakov sú zo striekacej kabíny strhávané prúdiacim vzduchom pod ňu, k suchému scrubberu (do suchej práčky). V tomto zariadení sa prestreky NH zachytávajú na kompaktnej vrstve zvíreného mletého vápenca. Pred zahájením filtračného procesu (striekanie farbou v striekacej kabíne) je čerstvý filtračný materiál – práškový vápenec, potrubím privedený do násypky odlučovača. Vzduchové trysky rozvíria suchý ochranný materiál a spôsobia jeho cirkuláciu spolu so vzduchom, ktorý prichádza zo striekacej kabíny. Častice ochranného materiálu priľnú na povrch filtra a celého filtračného modulu ako uzatvorená kompaktná ochranná vrstva. Toto zabráni priamemu kontaktu prestrekov farby s povrchom filtra a prevažne aj s vonkajšími časťami filtračného modulu. V striekacej kabíne prúdi vzduch zhora nadol okolo automobilovej karosérie a strháva prebytočné častice farby dole k separátoru farby (Scrubber), ktorý je umiestnený pod striekacou kabínou. Vzduch obsahujúci časti prebytočnej farby je nasávaný cez povrch filtrov potiahnutých vrstvou vápenca, ktorý viaže na seba farbu a vytvára tak filtračný koláč. Odpor filtra je monitorovaný meraním diferenčného tlaku. Po dosiahnutí max. poklesu tlaku na čistej strane filtra je automaticky spustené čistenie filtra. Ochranný materiál s časticami zachytenej farby padá do násypky a zostáva na filtračnom obvode. Po dosiahnutí nasýtenia ochranného materiálu farbou je tento materiál odstránený a nahradený novým. Vyprázdňovanie násypky filtra je prevádzkané automaticky. Filtračné zariadenie je umiestnené pod striekacími kabínami a je koštrukčne riešené tak, že priestor vstupu štrbín odpadového plynu s obsahom prestrekov z lakovania je umiestnený vo vzduchotenej komore pod podlahou striekacej kabíny. Táto komora koštrukčne oddeľuje ostávajúcu časť práčky vzduchu od priestoru znečisteného farbou.



Zdroj: <https://www.durr.com/en/products/paint-shop-application-technology/overspray-separation/ecodryscrubber/>

Tento separačný systém slúži predovšetkým na znižovanie emisií TZL. Časť prefiltrovanej vzdušiny (cca 80%) môže byť opätovne privedená do striekacej kabíny a časť (cca 20%) je vypúšťaná do vonkajšieho ovzdušia.

Typická oblasť použitia

Typickými zdrojmi znečisťovania ovzdušia, kde tieto zariadenia nachádzajú uplatnenie, sú povrchové úpravy materiálov a výrobkov, resp. všetky činnosti, pri ktorých sa NH nanášajú v uzavretých striekacích kabínach.

Výhody použitia

- nízky obsah vlhkosti v odpadovom plyne odvádzanom zo striekacej kabíny,
- nižšia energetická náročnosť lakovania z dôvodu recirkulácie čisteného vzduchu v striekacej kabíne (oproti systémom s vodnou clonou, kde dochádza k 100% nahradeniu privádzaného vzduchu, je v tomto prípade potrebné upravovať len 20% privádzaného čerstvého vzduchu),
- vysoká účinnosť účinnosť zachytávania TZL,
- vznik odpadu, ktorý je možné energeticky zhodnotiť (cementárne, spaľovne), prípadne použiť na ďalšie spracovanie pri výrobe bitúmenových zmesí, solidifikácii kvapalného odpadu, a pod.