

Regenerativní katalytická oxidace

Účelem regenerativní katalytické oxidace je čištění znečištěného vzduchu, od těkavých organických látek (VOC).

Princip funkce

Zařízení pro regenerativní katalytickou oxidaci sestává ze dvou reaktorů, expanzní části k vyrovnání koncentračních výchylek v systému a ventilátoru k dopravě vzdušiny. V dolní části obou reaktorů (regenerační komora) se nachází keramická výplň (Raschigovy kroužky, keramické voštiny). Nad keramickou výplní je katalytická komora s vrstvou katalyzátoru (granulovaná náplň nebo voštinové monolity). V horní části, kde jsou reaktory spojovacím článkem vzájemně propojeny, jsou topné komory s elektrickými topnými tělesy, případně hořákem na zemní plyn či LPG.

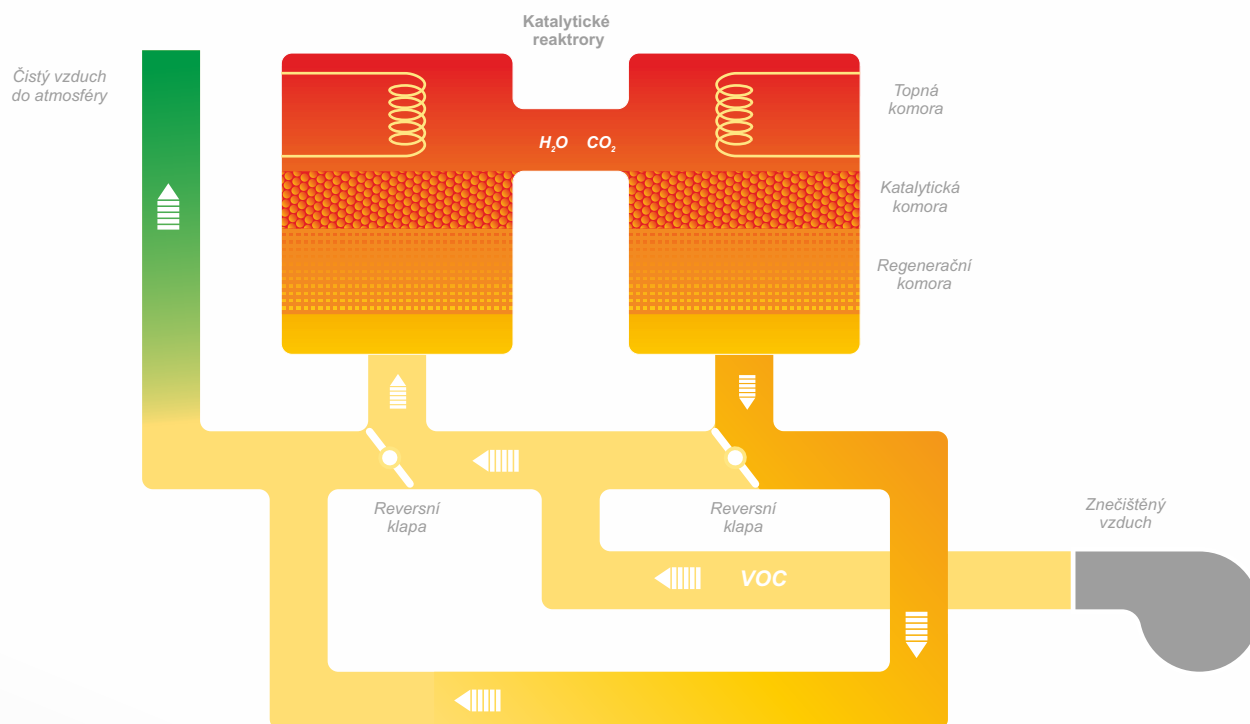
Tento systém pracuje na principu periodického střídání směru proudění čištěného vzduchu mezi oběma reaktory. Znečištěný vzduch nejprve prochází ohřátou

keramickou výplní prvního reaktoru, kde se nahřeje na provozní teplotu katalytické reakce.

Průchodem přes katalytické lože prvního i druhého reaktoru jsou VOC oxidovány na CO_2 a H_2O a uvolní se reakční teplo. Toto teplo je s účinností cca 96% následně akumulováno v keramické výplni druhého reaktoru. V tomto směru proudění keramická náplň prvního reaktoru chladne, ve druhém reaktoru se nahřívá. Proto je generátorem doby reverze směr proudění periodicky přepínán.

Tato technologie dosahuje běžně účinnosti čištění nad 99 %. Hranice autotermního procesu, kdy zařízení již nepotřebuje dodávku externí tepelné energie a je zcela soběstačné, se pohybuje na úrovni cca 0,55g TOC/m³.

Zařízení lze odstavit bez potřeby jeho vychlazení. Po odstávce, netrvající déle než přibližně jednu směnu, lze jednotku bezprostředně nastartovat do režimu katalytického spalování bez nároku na její vyhřátí na provozní teplotu. Naakumulované teplo je dostatečné pro nastartování katalytické reakce.



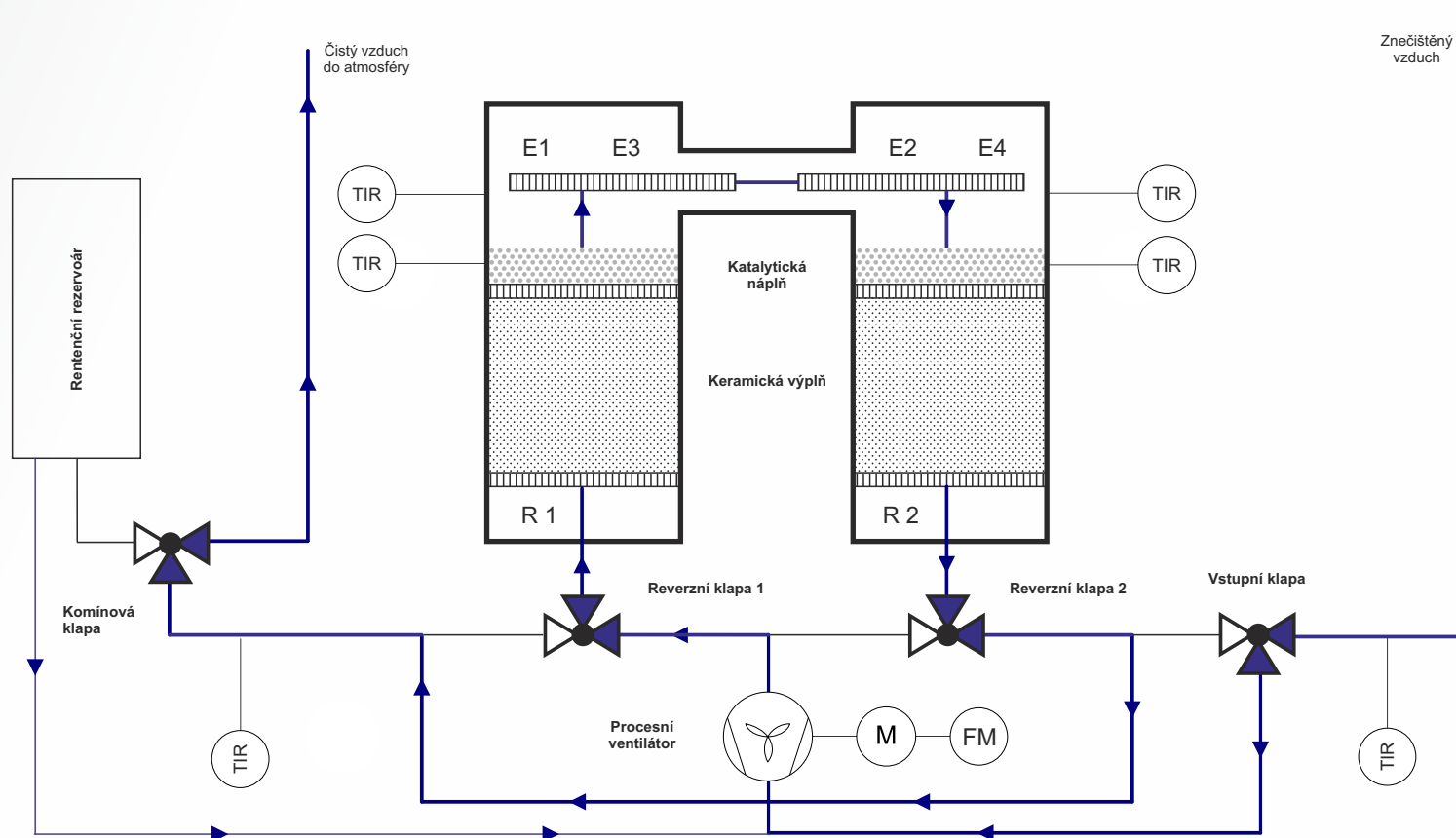
Typická oblast použití

Technologie je vhodná pro čištění plynů s nízkým a středním obsahem VOC, cca 0,3-3 g/m³. Z hlediska objemu čištěného vzduchu se jedná o jednotky až desítky tisíc m³/h. Typickými zdroji takovýchto emisí jsou lakovny, laminovny, povrchové úpravy materiálů a výrobků, zdroje z chemického i farmaceutického průmyslu.

Výhody použití

- nejnižší provozní náklady přímého spalování v oblasti typického použití
- robustnost zařízení a spolehlivost provozu při vysoké účinnosti oxidace
- flexibilita zařízení z hlediska koncentrací VOC i průtoků vzduchu
- přijatelná pořizovací cena

Procesní P&I diagram



Regenerativní katalytická oxidace - schéma

Regenerativní termická oxidace

Účelem regenerativní termické oxidace je čištění znečištěného vzduchu od těkavých organických látek (VOC) jejich přímým spalením (oxidací).

Princip funkce

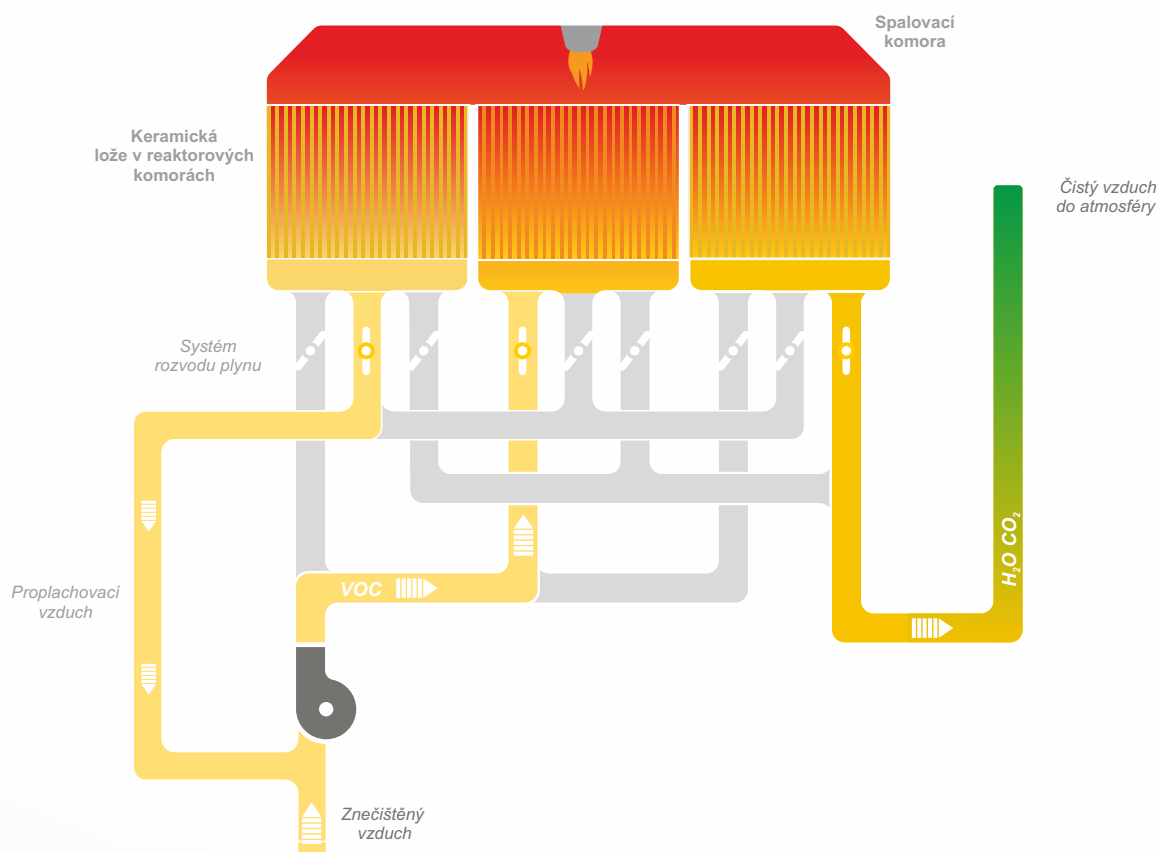
Zařízení pro regenerativní termickou oxidaci sestává obvykle ze tří reaktorových komor (možný počet 2 až 5), propojovacích kanálů s armaturami a ventilátoru k transportu vzdušiny. Komory jsou vyplněny keramickými vestavbami (sypaná náplň nebo voštinové monolity), které fungují jako integrovaný výměnný tepelný systém. V horní části je spalovací prostor s plynovým hořákem, kterým jsou komory propojeny.

Tento systém pracuje na principu periodického přepínání proudění čištěného vzduchu mezi všemi reaktorovými komorami.

Jedna z nich je vždy ve fázi předávání tepla (předehřívání vstupujícího čištěného vzduchu), druhá ve fázi akumulace tepla vyprodukovaného plynovým hořákem a uvolněného oxidací VOC a třetí je vyplachována vyčištěným vzduchem.

Předávání tepla dosahuje účinnosti cca 96 %, takže znečištěný vzduch vstupující do spalovacího prostoru je téměř na provozní teplotě a přídavným hořákem je pouze dohříván na teplotu obvykle 750-850°C. Za těchto podmínek jsou přítomné VOC, případně CO, oxidovány na CO₂ a H₂O za současného uvolnění reakčního tepla.

Tato technologie dosahuje běžně účinnosti čištění nad 99 %. Hranice autotermního procesu, kdy zařízení již nepotřebuje dodávku externí tepelné energie a je zcela soběstačné, se pohybuje na úrovni cca 1,5g TOC/m³.



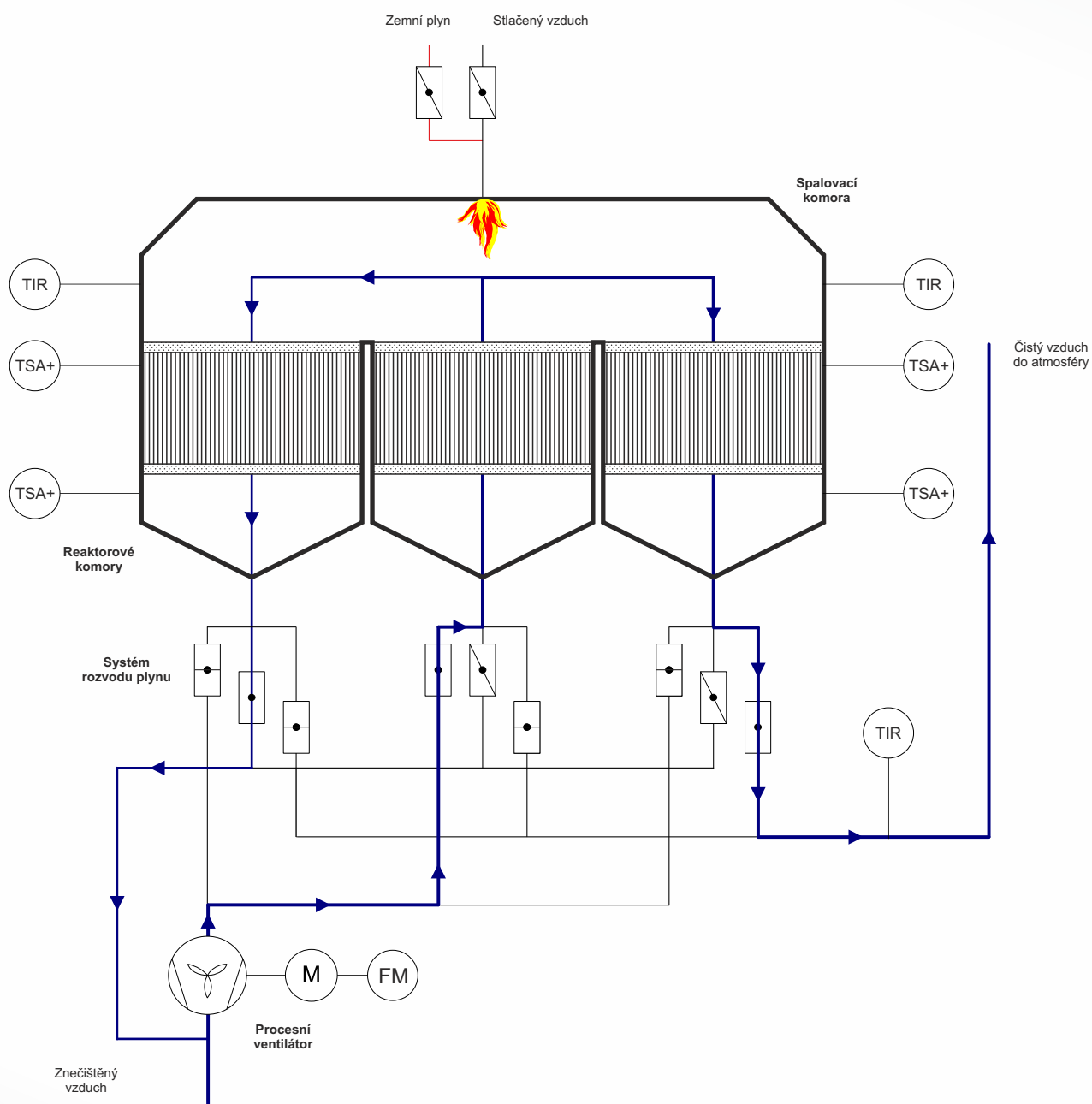
Typická oblast použití

Technologie je vhodná pro čištění plynů se středním obsahem VOC, cca 2-5 g/m³. Z hlediska objemu čištěného vzduchu se jedná o jednotky až desítky tisíc m³/h. Typickými zdroji takovýchto emisí jsou zdroje z chemického i farmaceutického průmyslu, tiskárny, povrchové úpravy materiálů a výrobků.

Výhody použití

- nízké provozní náklady přímého spalování v oblasti typického použití
- přijatelná pořizovací cena
- robustnost zařízení a spolehlivost provozu
- flexibilita zařízení z hlediska koncentrací VOC

Procesní P&I diagram



Regenerativní termická oxidace - schéma



Rekuperativní katalytická oxidace

Účelem rekuperativní katalytické oxidace je čištění plynů, zpravidla znečištěného vzduchu, od těkavých organických látek (VOC).

Princip funkce

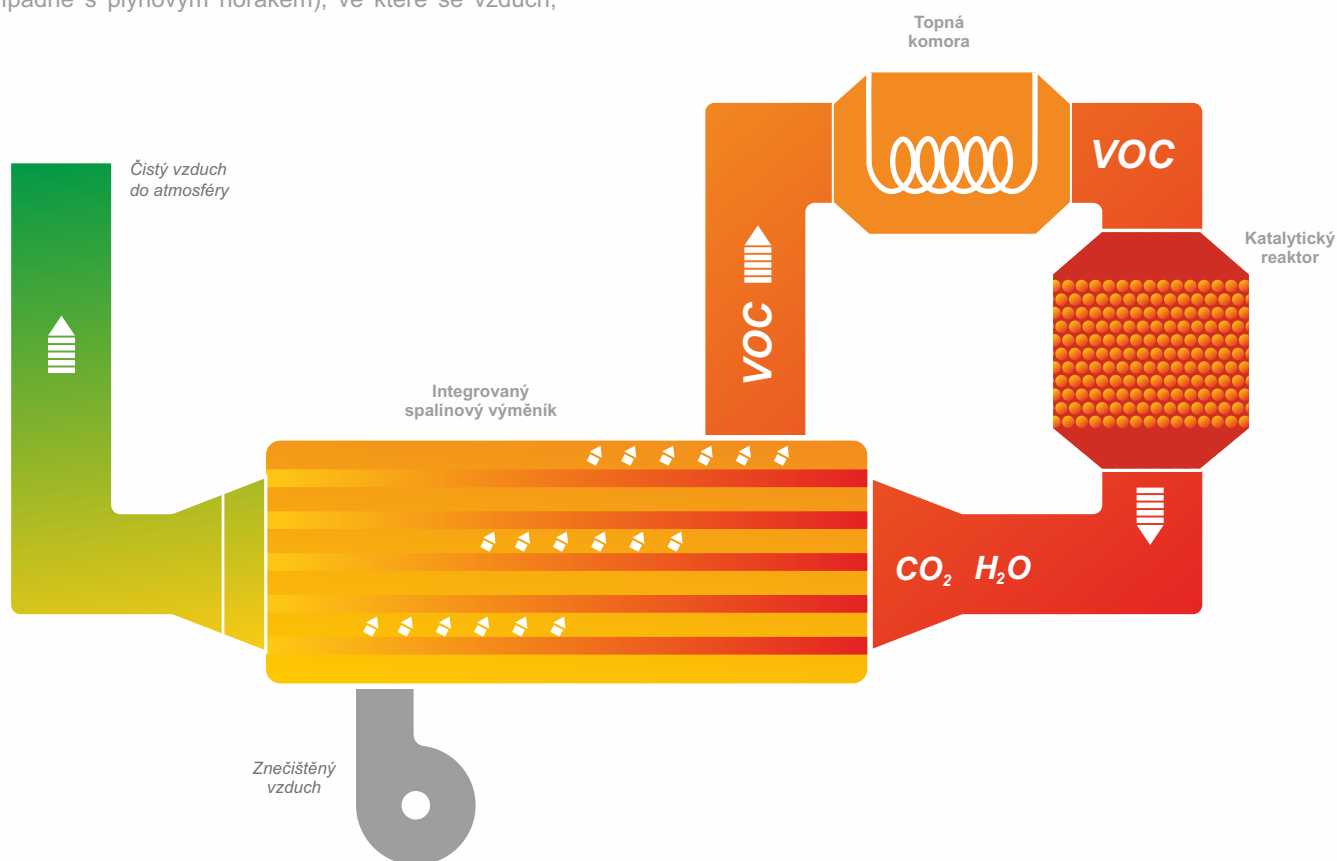
Jedná se o jednoduchý systém sestávající z katalytického reaktoru s uloženou katalytickou vrstvou (granulovaná náplň nebo voštinové monolity), předřazeného spalínového výměníku tepla, topné komory (ohříváče) a ventilátoru pro transport čištěného média.

Čištěný vzduch či jiný procesní plyn nejdříve prochází výměníkem tepla, kde se předejde. Za výměníkem následuje topná komora (s elektrickými topnými tělesy, případně s plynovým hořákem), ve které se vzduch,

pokud je to zapotřebí, nahřeje na provozní teplotu katalytické reakce, obvykle nad 300°C.

Průchodem přes katalytické lože v reaktoru jsou VOC oxidovány na CO_2 a H_2O . Katalytická oxidace probíhá při nízkých teplotách, při kterých se netvoří oxidy dusíku. Při katalytické reakci se uvolní teplo, které je následně ve výměníku předáno přicházejícímu znečištěnému vzduchu.

Tato technologie dosahuje běžně účinnosti nad 99 %, v případě potřeby lze úpravami dosáhnout účinnosti o řád vyšší. Hranice autotermního procesu, kdy zařízení již nepotřebuje dodávku externí tepelné energie a je zcela soběstačné, se pohybuje na úrovni cca 2 g TOC/m³.



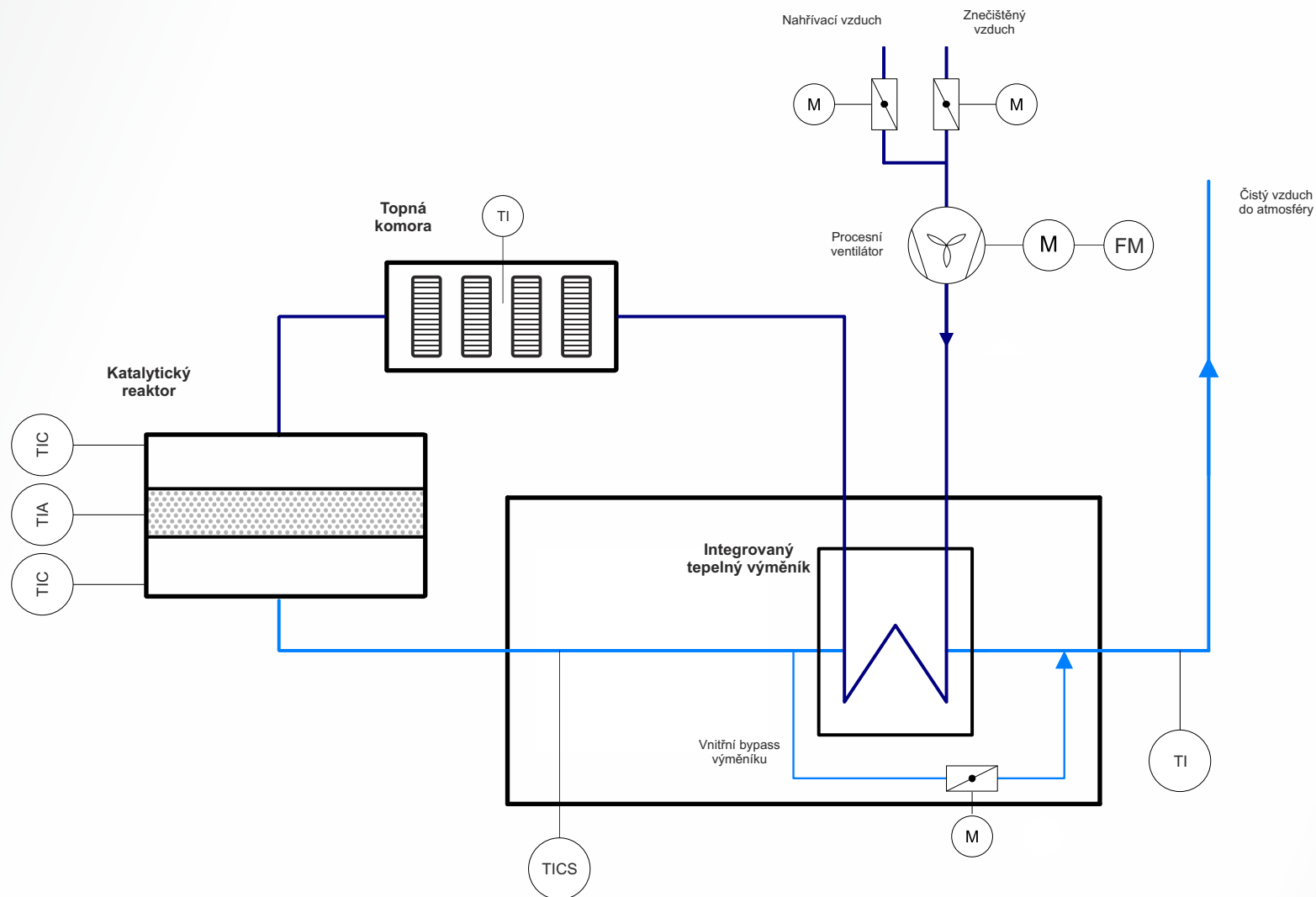
Typická oblast použití

Technologie je vhodná pro čištění plynů se středním a vyšším obsahem VOC, cca 2-6 g/m³. Z hlediska objemu čištěného vzduchu se jedná o jednotky až desítky tisíc m³/h. Typickými zdroji takovýchto emisí jsou chemický průmysl, farmaceutický průmysl, povrchové úpravy materiálů a výrobků, tiskárny.

Výhody použití

- relativně nízká pořizovací cena ve vztahu k objemům čištěného vzduchu
- robustnost zařízení a spolehlivost provozu
- vysoká flexibilita zařízení z hlediska koncentrací i průtoků vzduchu
- velmi nízké provozní náklady při užívání zařízení nad hranicí autotermního provozu

Procesní P&I diagram



Rekuperativní katalytická oxidace - schéma

Rekuperativní termická oxidace

Účelem rekuperativní termické oxidace je čištění plynů, zpravidla znečištěného vzduchu, od těkavých organických látek (VOC) jejich přímým spálením.

Princip funkce

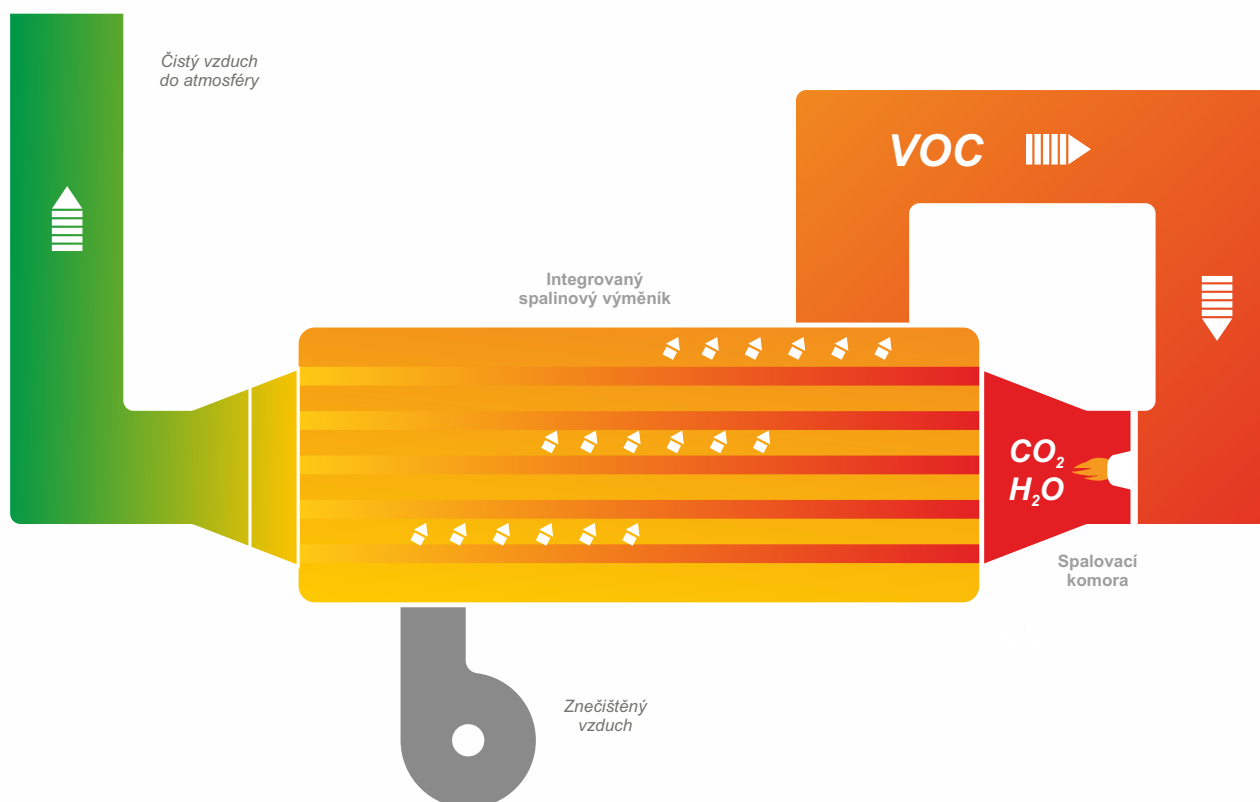
Tato technologie sestává z centrální ocelové spalovací komory s plynovým hořákem, integrovaného spalínového výměníku tepla s kruhově uspořádaným svazkem trubek a ventilátoru pro transport čištěného média.

Čištěný vzduch či jiný procesní plyn nejdříve prochází integrovaným výměníkem tepla, kde se přehřeje. Z výměníku vstupuje do spalovací komory s plynovým

hořákem, ve které se vzduch nahřeje na reakční teplotu, obvykle mezi 700 - 800°C.

Velikost komory je dimenzována tak, aby byla zachována doba zdržení čištěného plynu na reakční teplotě po dobu minimálně jedné sekundy. V komoře dochází ke spálení VOC za vzniku CO_2 a H_2O a uvolnění reakčního tepla. Toto teplo je následně v integrovaném výměníku předáno přicházejícímu znečištěnému vzduchu.

Tato technologie dosahuje běžně účinnosti nad 99.9 %. Hranice autotermního procesu, kdy zařízení již nepotřebuje dodávku externí tepelné energie a je zcela soběstačné, se pohybuje na úrovni cca 3 g TOC/m³.



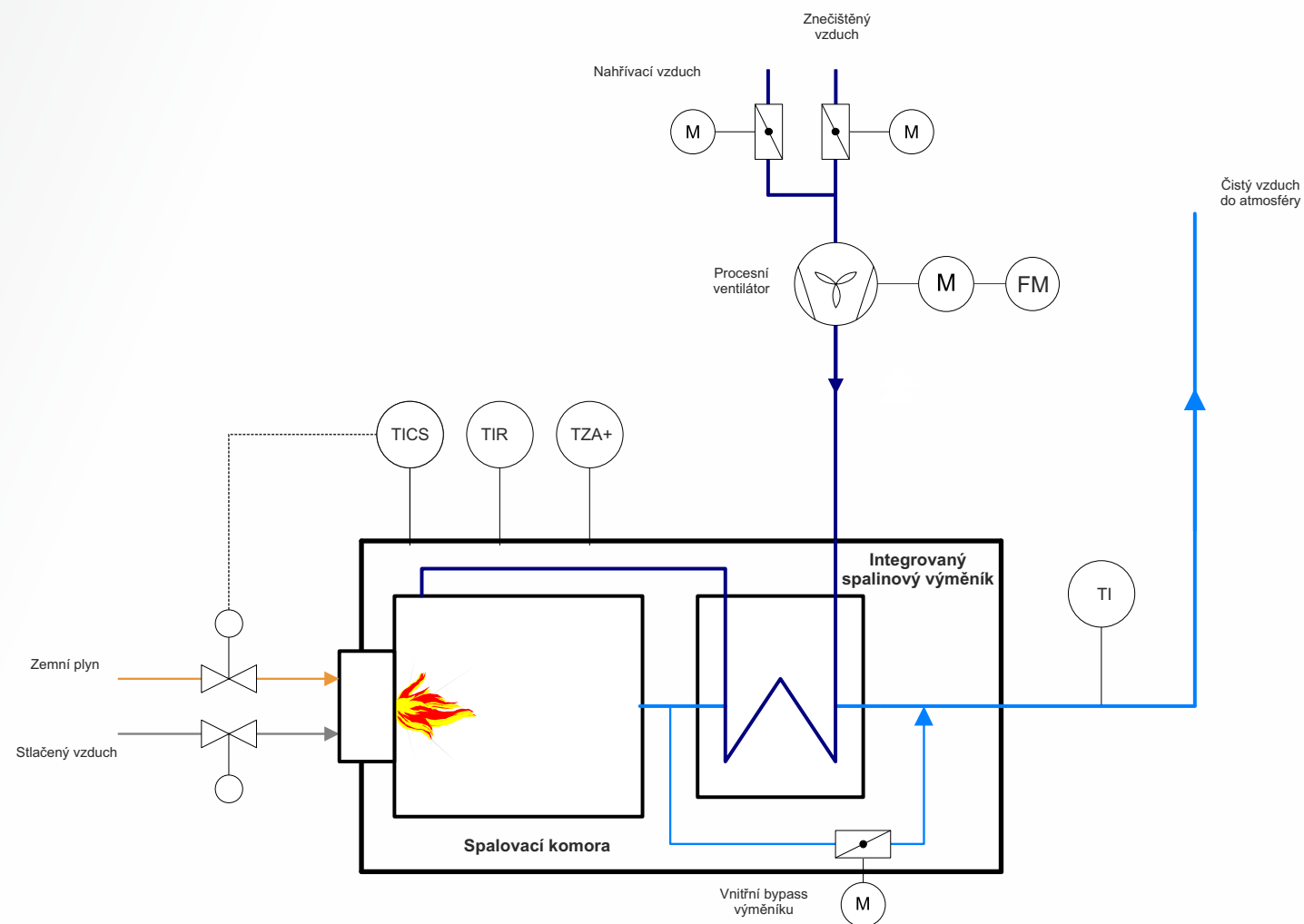
Typická oblast použití

Technologie je vhodná pro čištění plynů se středním a vyšším obsahem VOC, cca 3-10 g/m³. Z hlediska objemu čištěného vzduchu se jedná o jednotky až desítky tisíc m³/h. Typickými zdroji takovýchto emisí jsou chemický průmysl, farmaceutický průmysl, povrchové úpravy materiálů a výrobků, tiskárny.

Výhody použití

- robustnost zařízení a spolehlivost provozu
- vysoká flexibilita zařízení z hlediska koncentrací VOC
- efektivní využití odpadního tepla
- nízké provozní náklady při užívání zařízení nad hranici autotermního provozu

Procesní P&I diagram



Rekuperativní termická oxidace - schéma

Zeolitový rotační koncentrátor

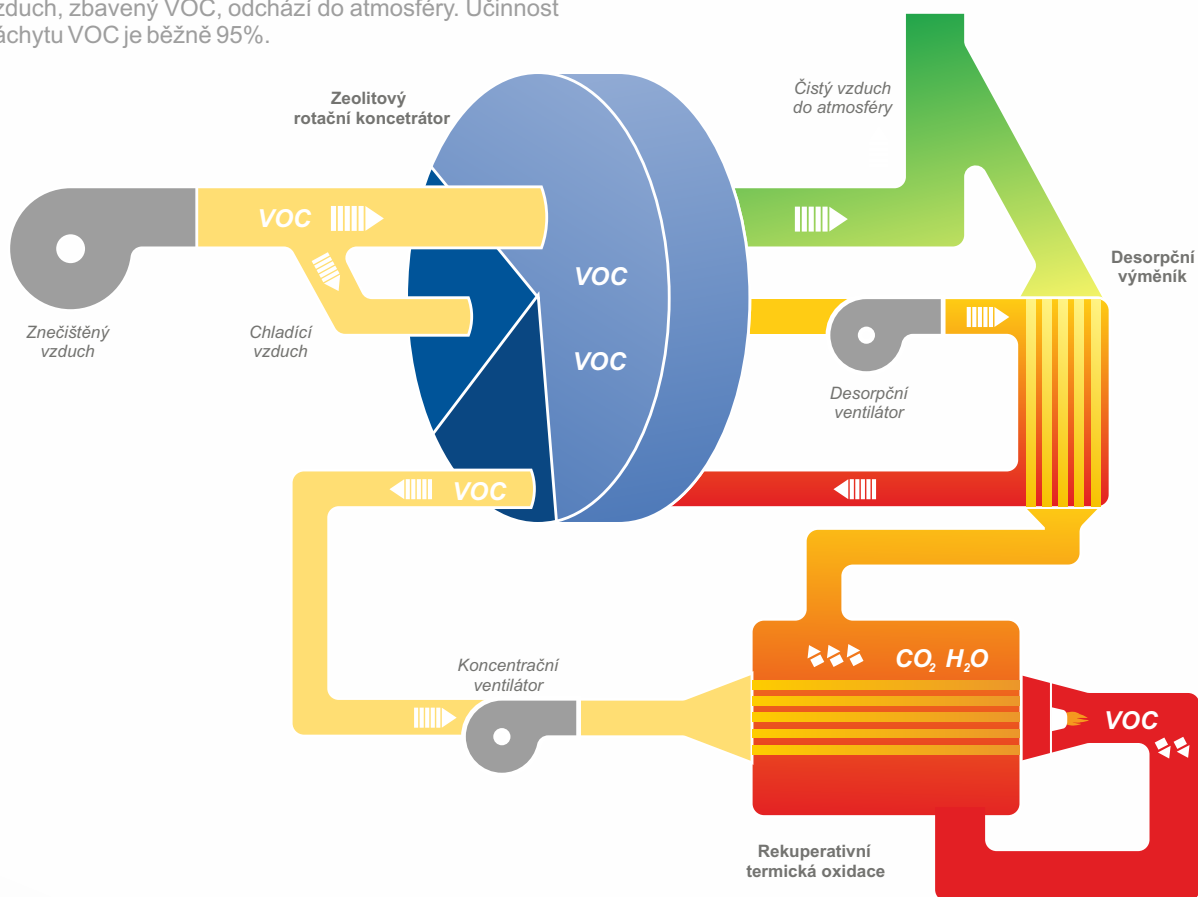
Účelem rotačního zeolitového koncentrátoru je zkoncentrování těkavých organických látek (VOC) obsažených v nízkých koncentracích ve velkých objemech znečištěného vzduchu do malého objemu vzduchu s vysokým obsahem VOC.

Princip funkce

Velké objemy znečištěného vzduchu prochází otáčejícím se adsorpčním diskem (rotorem). Disk je rozdělen do tří kruhových výsečí: adsorpční (největší plocha, cca 80%), chladicí a desorpční. V adsorpční části jsou VOC adsorbovány na vrstvě zeolitu (syntetický hlinito-křemičitanový keramický adsorbent) nanesené na lamelách z minerálních vláken. Čistý vzduch, zbavený VOC, odchází do atmosféry. Účinnost zachytu VOC je běžně 95%.

Část čištěného vzduchu je z hlavního proudu oddělena a využita nejdříve jako chladicí vzduch pro ochlazení zeolitové výplně před jejím opětovným použitím (chladicí výseč) a poté, po průchodu desorpčním výměníkem, jako desorpční vzduch pro vytěsnění VOC z vrstvy zeolitu (desorpční výseč).

Tento vzduch s vysokou koncentrací VOC (jednotky g/m^3) je veden přímo do koncového členu - jednotky termické, případně katalytické oxidace. Teplo, které v této jednotce vzniká z plynového hořáku i spálením VOC je částečně využito k předehřátí vstupujících plynů a v následném desorpčním výměníku k nahřátí desorpčního vzduchu.

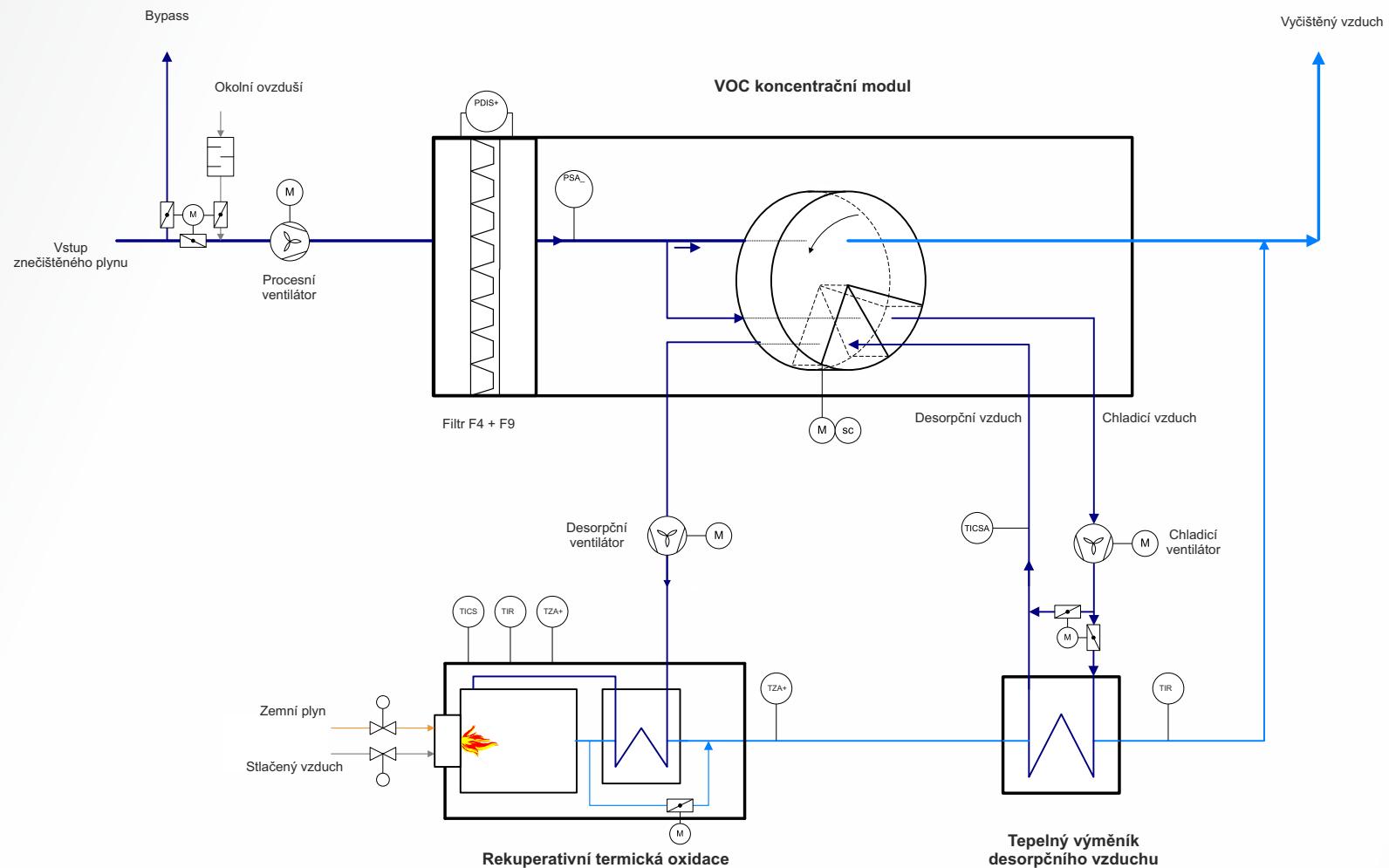


Typická oblast použití

Technologie je vhodná pro nízké koncentrace VOC ($50 - 500 \text{ mg/m}^3$) a velké objemy čištěného vzduchu na úrovni desítek až stovek tisíc m^3/h . Typickým zdrojem takovýchto emisí jsou lakovny nebo laminovny. Dalšími omezujícími parametry jsou vysoká vlhkost vstupujícího vzduchu, vysoká teplota vstupujícího vzduchu, obsah tuhých prachových částic. Tyto problémy se musí vyřešit před vlastním použitím této technologie.

Výhody použití

- nízká pořizovací cena ve vztahu k objemům čištěného vzduchu
- nejnižší provozní náklady v oblasti typického použití
- flexibilita zařízení z hlediska koncentrací i průtoků vzduchu
- požární bezpečnost (ve srovnání s aktivním uhlím)
- dlouhá životnost adsorpčního materiálu.



Zeolitový rotační koncentrátor - schéma