



Výzkum
a vývoj

dekonta

NEWSLETTER 01/2021

PLAZMICAT – unikátní postup čištění vzduchu

Technologie PLAZMICAT

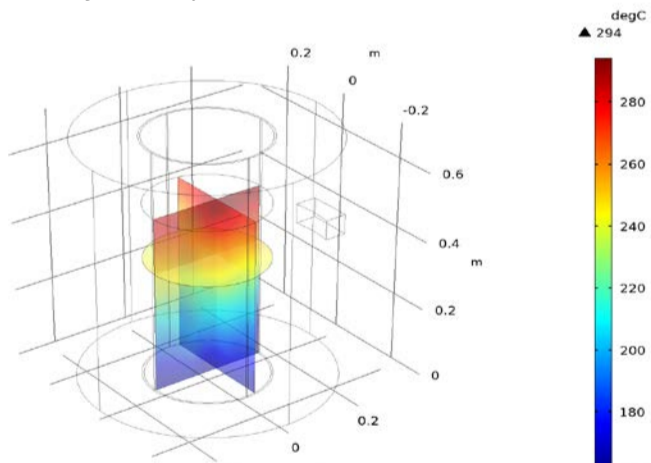
V rámci projektu bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra řešeného mezi lety 2017-2020 výzkumný tým Dekonta a VŠCHT Praha vyvinul inovativní technologii pro čištění nebezpečných vzdušín. S ohledem na oblast poskytovatele dotace je cílovou aplikační sférou bezpečnostní inženýrství v podobě poskytnutí nového nástroje prevence či minimalizace následků havarijních rozšíření velmi nebezpečných agens ve vnitřním ovzduší, včetně teroristických hrozeb. V tomto kontextu byla od nové technologie po dobu vývoje kromě vysoké účinnosti požadována rychlá odezva, vysoká spolehlivost a univerzálnost použití, příp. také mobilita potřebného vybavení a potenciál automatizace.

I na základě těchto požadavků byl již v návrhu projektu formulován základní koncept technologie v podobě aplikace dvou kroků rozkladu polutantů – atmosférického plazmatu a katalytické oxidace, oboje s využitím mikrovlnného záření. Zmíněná kombinace technických prvků **plazma**, **mikrovlny** a **katalýza** (odtud Plazmicat) přináší komplexní synergii v rozkladném účinku. Cílem projektu pak bylo tuto základní ideu postupně rozvést až do fáze ověření technologie v poloprovozním měřítku.

Mikrovlnný zdroj atmosférického plazmatu (MW-APS) je komerčně nabízený generátor objemového plazmatu již běžně používaný např. v nanotechnologickém průmyslu. Jedná se o jakýsi hořák (výkon 6 kW) vytvářející plamen o vysoké energii odpovídající tisícům K, ale při relativně nižší měřené teplotě (max. 500°C) oproti spalovacím zdrojům. Zdrojem energie je zde elektřina transformovaná na mikrovlny a jakýmsi „palivem“ (nosným médiem) je pouze vzduch, kterým je v technologii přímo ten čištěný. Díky tomu je samotný MW-APS velmi účinný při rozkladu téměř jakékoli chemikálie. Nicméně kapacita MW-APS je značně omezená fyzikálními limity procesu (500 l/min).

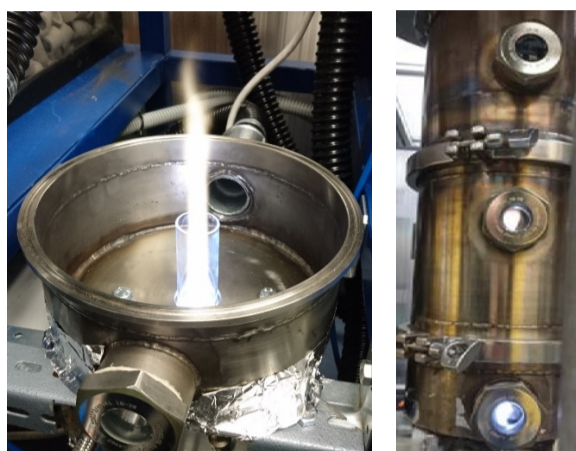
Parametry technologie

V posledních letech se v heterogenní katalýze prosazuje stále častěji mikrovlnné záření. Specifické vlastnosti interakce různých materiálů s mikrovlnami za určitých podmínek mohou významně dále zefektivnit katalytické reakce. V rámci projektu se při laboratorních testech na VŠCHT podařilo potvrdit potenciál mikrovlnné kat. oxidace, kdy efektivní teplota pro rozklad různých VOCs klesla při mikrovlnném ohřevu o 50-100 °C oproti klasické katalytické oxidaci. To dále snižuje náročnost procesu. Nicméně scaleup mikrovlnných technologií není úplně triviální záležitostí, za tímto účelem byl vyvinut matematický prediktivní nástroj umožňující přesněji dimenzovat větší reaktor a efektivněji řídit proces. I na základě toho vznikly dvě testovací verze reaktorů – nejprve menší PDA 1.0 s Pd aktivní fází a posléze kapacitnější MCA 2.0 s levnějším katalyzátorem s nanosenou vrstvou oxidů Mn a Co.



Nakonec jsme tedy synergicky propojili MW-APS přes plazmo-oxidační reaktor s mikrovlnami asistovanou katalytickou oxidací ve funkční vzorek technologie Plazmicat. Zatímco v první sadě poloprovozních experimentů jednotka Plazmicat PDA 1.0 ještě nevykazovala potřebnou účinnost a dosahovala kapacity pouze 1 m³/min vzduchu, finální demonstrační zařízení MCA 2.0 již umožňuje až 2-3 m³/min skutečně vyčistit. V rámci vývoje bylo věnováno značné úsilí i regulaci procesu včetně automatizace. V aktuální verzi je možné technologii kompletně ovládat vzdáleně přes PC – jednak pomocí PLC regulaci celkového průtoku a jeho podílu přes MW-APS a měření teplot, tlaků a průtoků, navíc lze také softwarově ovládat generátory mikrovln a startovat a řídit MW-APS. V technologii je rovněž zaveden systém rekuperace energie využívající trubkových výměníků tepla za účelem přehřevu vstupujícího studeného vzduchu horkým vyčištěným proudem.

Efektivita zařízení byla v první fázi testovaná a ověřena v laboratoři pomocí simulované dekontaminace umělé generovaného kontaminovaného proudu vzduchu (2,5 m³/min). Testy s několika zástupci VOCs (až 1000 mg/m³) včetně chlorovaných umožnily určit výkonové charakteristiky technologie, které jsou dané typem znečištění. Většinu polutantů lze rozložit již při teplotě 150-200 °C, lze dosáhnout až 300 °C, maximální příkon činí 20 kW, použito bylo 21 kg katalyzátoru.



Byla tak vyvinuta navíc plazmo-oxidační komora, kde je s plazmatem zkontaktován další podíl znečištěného vzduchu. Tento krok ředění plazmatu však snižuje teplotu v reaktoru pod 200 °C i dobu kontaktu, klesá tak výrazně účinnost rozkladu polutantů. K zajištění účinné oxidace organických látek při nižší teplotě se tedy v dalším kroku uplatní katalyzátor snižující aktivační energii požadované reakce.

V projektu nebyl cílem materiálový vývoj, ale aplikace komerčního materiálu v novém procesu. V rámci prováděného laboratorního výzkumu byly vytipovány některé materiály, účinné jsou dle očekávání zejména drahé kovy Pd nebo Pt nanosené na nosiči. S ohledem na jejich pořizovací náklady jsme postupně ale byli nuceni přistoupit k vývoji levnější alternativy na bázi oxidů Co a Mn, na což se dále částečně zaměřil navazující projekt 3deCAT. Proces katalytické oxidace není novinkou, může přinášet řadu výhod v porovnání s běžnými separačními technologiemi, je však leckdy provozně nákladnější. Pro jeho častější aplikaci je tak nutné hledat další cesty snížení náročnosti.



Ověření technologie ve spolupráci se SÚJCHBO

Projekt vyvrcholil v listopadu 2020 aplikací technologie při testech v SÚJCHBO, které svým vybavením umožňuje simulovat v poloprovozním režimu únik fosgenu a pentylacetátu jakožto simulantu sarinu. Tyto látky byly ve třech testech za přísných bezpečnostních opatření distribuovány v ocelovém válci o objemu 60 m³, ze kterého byl posléze odsáván vzduch do vedlejšího válce s umístěnou jednotkou Plazmicat. Během cca 2 hod testu byly měřeny postupně ubývající kontaminace v prvním válci z počátečních 500 ppm a emise ve druhém válci. Fosgen nebyl po průchodu technologií detekován vůbec, a to ani při aplikaci méně než 50% výkonu technologie, pentylacetát byl naměřen pouze při náběhu technologie na hranici mezí stanovitelnosti.



Závěr

Pro odstraňování obzvláště nebezpečných látek ze vzduchu (včetně infekcí) je v Dekontě nyní k dispozici nový unikátní postup, který je připraven k dodávkám na míru buď jako celek, nebo i jeho dílčí prvky. S ohledem na efektivitu technologie nemusí být spolehlivým řešením pouze pro případ havárie, ale i specifických průmyslových emisí. Za určitých podmínek může být i šetrnější či kompaktnější alternativou k tradičním přístupům. Pro bližší vymezení pole uplatnění technologie je v plánu navazující výzkumný projekt (program SECTECH).

KONTAKT

Jiří Kroužek
jiří.krouzek@dekonta.cz

Pavel Mašín
masin@dekonta.cz

Služby
a zařízení pro
lepší životní
prostředí