

České uhelné elektrárny začínají vítězit nad rtutí

6.12.2023 - JIŘÍ Lukša | Fakulta strojní ČVUT v Praze

Po čtyřech letech aplikovaného výzkumu, na němž se podílelo několik akademických a výzkumných pracovišť, včetně Fakulty strojní ČVUT v Praze, přišly výsledky. Elektrárna Chvaletice ohlásila možné řešení při hledání technologie ke snížení emisí problematické rtuti. A je to „vysoká škola“ chemie...

Jak obtížné je zbavit rtuti hnědouhelné elektrárny, které jsou stále základem české energetiky? Jaké technologie jsou k dispozici a proč nefungují na všech zařízeních stejně? A proč je vlastně důležité odstranit ze spalín znečišťující látku, která se v nich vyskytuje v naprosto miniaturním množství?

Rtuť má sice noblesní přezdívku „živé stříbro“, protože se jako jediná za normální teploty a tlaku vyskytuje v kapalném skupenství, ale ve skutečnosti je to jedovatý kov. Známe ji především ze zubních výplní a ze starých teploměrů a barometrů, méně už z průmyslové výroby či elektroniky. Co o ní však ví málokdo, je její zákeřné chování v lidském organismu. V něm se totiž rtuť velmi úspěšně vydává za zinek, který je součástí enzymů, katalyzátorů chemických reakcí v buňkách organismů. „Enzymy urychlují reakce v organismu tím, že ‚podrží‘ reagující molekuly v takové poloze, aby mohla snadněji proběhnout chemická reakce, podobně jako zapadne klíč do zámku. Rtuť navázaná místo zinku ale změní tvar tohoto molekulárního zámku a znemožní tak jeho funkci, takže se reakce zastaví,“ vysvětluje Jan Hovorka z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. To sice neznámá, že vám kvůli tomu nevyroste noha, ale terčem je centrální nervový systém, protože zinkové enzymy se zhusta vyskytují právě v jeho tkáních. „Akumulace rtuti v buňkách tak vede k postupné degradaci nervového systému, přičemž cílovým orgánem je mozek,“ doplňuje Hovorka.

Rtuť je obecně vzácný prvek. Pro člověka je nejvýznamnější její obsah v mořských plodech a rybách. „Nicméně v našich končinách nemáte takovou spotřebu, aby vás to ohrožovalo. To byste musel sníst každý den velkého lososa, kilo krevet nebo mušlí,“ uklidňuje Jan Hovorka.

Významným zdrojem rtuti v životním prostředí je těžba zlata metodou amalgamace, která se dosud provádí v Jižní Americe či Africe. Zlato jen tak s něčím nereaguje, jednou z mála výjimek je rtuť. Když ji smísíte se zlatonosnou rudou, vytvoří se amalgám. Jeho zahřátím na více než 400 stupňů se rtuť odpaří a zbude zlato se zbytkovým procentem rtuti. „Emisní potenciál takové produkce je obrovský – 1,5 kg rtuti na 1 kg vytěženého zlata! V případě kontaminace vodního zdroje se může rtuť šířit klidně i stovky kilometrů, nicméně co se týče emisí do ovzduší, jde povětšinou o významné lokální znečištění,“ podotýká Jan Hovorka.

Dalším významným zdrojem rtuti, které se už týkají i Česka, jsou uhelné elektrárny a teplárny, protože se v nich spálí obrovské množství uhlí. Jak se ale do tohoto uhlí dostala rtuť? Snadno, jako dědictví minulosti. Prostě nahrazovala zinek v rostlinách, z nichž uhlí vzniklo. A byť její koncentrace v kubíku spalín je naprosto titěrná, těch kubíků je tolik, že jen v Česku to za rok klidně dá kolem dvou tun rtuti. Tato rtuť se ale nevychytá v blízkém okolí kolem elektrárny nebo teplárny či po proudu řeky, jako v případě výroby zlata, ale rozptýluje se ve velkých objemech vzduchu a transportuje do velkých vzdáleností.

Tato rtuť se v ovzduší vyskytuje z 90 % jako plyn, neutrální molekula Hg. Proto se téměř nerozpouští ve vodě ani se neváže na prachové částice v ovzduší, špatně se jímá. „Můžeme z ní ale udělat kationt Hg 2+ , který se naopak ochotně přilepí na prachové částice. Přinutit rtuť, aby ztratila dva elektrony,

je z chemického hlediska poměrně jednoduché, ale kvůli jejím extrémně nízkým koncentracím ve spalínách je to mimořádně komplikované technologicky," říká Jan Hovorka.

V době, kdy v Americe už „trhali elektrony“, případně pohlcovali rtuť „houbami“, se v Evropě měřila rtuť pouze odběrově několikrát za rok a datům nebyla nevěnována přílišná pozornost. Jednak byly výsledky poměrně diskutabilní, jednak na rtuť neplatily žádné emisní limity. Až v létě 2017 Evropská komise schválila „Závěry o nejlepších dostupných technologiích (BAT)“ a zavedla nové evropské emisní limity (BREF), které již zahrnovaly i limity na rtuť.

Tvrdý oříšek byl už jen naučit se změřit, kolik rtuti ve spalínách je. „Musel se změnit přístup k měření a celé distribuci. Emisní limity na běžné látky se totiž měří v miligramech, zatímco u rtuti jsou to mikrogramy, tedy mnohem nižší číslo,“ **vysvětluje Lukáš Pilař z Ústavu energetiky Fakulty strojní ČVUT v Praze, který patří k jedněm z mála odborníků na řešení emisí rtuti v Česku.**

„Je možné říct, že ‚jednoduší‘ bylo snížení emisí tuhých znečišťujících látek, oxidu siřičitého a oxidů dusíku. Na snížení daných polutantů totiž jsou známé průmyslově aplikované technologie. Jenomže rtuť se chová unikátně. Co zdroj, to jiná distribuce. Dokonce i ve dvou kotlích, spalujících to samé uhlí umístěných v té samé elektrárně, se rtuť může chovat jinak.“

Hned po schválení nové legislativy se začaly dít velké věci nejen v Německu a dalších „uhelných“ státech EU, ale i v České republice. Pod hlavičkou Technologické agentury ČR se rozjelo několik projektů, řešících jednak distribuci rtuti, ale i technologie, jejichž cílem je emise rtuti snížit. **Na Ústavu energetiky Fakulty strojní ČVUT v Praze dokonce vznikla unikátní testovací laboratoř, která nemá obdoby v celé střední Evropě. Její podstatou je malé spalovací zařízení o tepelném výkonu 500 kW,** které disponuje všemi běžnými ekologizačními technologiemi a umožňuje i otestování reagentů a pevných sorbentů k redukci emisí rtuti v reálném provozu. „Velice důležité je říct, že námi získaná data jsou přenositelná i na větší zařízení, a tedy mohou jejich provozovatelům snižovat náklady na provedení testů. Jinými slovy řada provozovatelů vyzkoušela různá řešení napřed u nás a až pak eventuálně na vlastním zdroji,“ prozrazuje Lukáš Pilař.

Jednu z hlavních ověřených technologií reprezentuje dávkování aktivního uhlí před odlučovače popílku. Tato metoda je však velmi drahá, a navíc ani nemusí vést k požadovanému výsledku. „Jsou i provozy, kde aktivní uhlí je problematické instalovat a nemá takovou účinnost a bylo by nutné dávkovat vysoké množství. Svou roli může hrát i stav zdroje atd.,“ říká Lukáš Pilař. Vzhledem k individuálnímu chování rtuti v různých provozech je těžké říct, zda existuje univerzální technologie, nebo ne. „Vždy je třeba provést i ekonomické posouzení a může vyjít, že základní opatření bude dávkování reagentu a případně při vysoké rtuti bude dodatkový nástřik pevných sorbentů, anebo naopak,“ doplňuje.

V rámci alternativních technologií testovali na ČVUT „levnější pevné sorbenty“, a to na bázi směsi hydroxidů vápenatých s aktivním uhlím a aluminosilikátů modifikovaných bromidy. Obě skupiny sorbentů už byly testovány ve velkém měřítku, ale mají jiné vlastnosti než aktivní uhlí a je nutné zohlednit jejich vlastnosti při návrhu dávkovacích zařízení. „Je velice problematické je dopravovat s využitím zařízení, dopravujících aktivní uhlí. Další možností jsou sorbenty na bázi popílku. Uvedené sorbenty jsou právě testovány v naší laboratoři v rámci výzkumných projektů,“ prozrazuje Lukáš Pilař.

„S trochou nadsázky lze říct, že jsme při hledání optimálního řešení chvaletické rtuti prošli půlku Mendělejevovy tabulky prvků. Zkoušeli jsme nejen ve světě známé technologie, ale i ty alternativní. Něco fungovalo lépe, něco hůře,“ říká generální ředitel Elektrárny Chvaletice Václav Matys.

V průběhu jednoho z testů s alternativním aditivem se jim pak podařilo zvýšit účinnost zachytu rtuti tak výrazně, že její koncentrace v jednom kubíku spalín dlouhodobě poklesly pod požadovaných sedm mikrogramů. „Daná metoda se jeví jako velice slibná a máme velkou naději, že se osvědčí i v dlouhodobém provozu. Podstatou řešení bude každopádně kombinace různých technologií, které již v elektrárně úspěšně pracují,“ dodává.

Logicky je environmentálně přátelštější spalování paliv ve velkých centrálních zdrojích, které disponují řízením spalovacího procesu a rozsáhlými komplexy ekologizačních technologií, protože musí splňovat přísné emisní limity. Oproti tomu menší zdroje nemusejí splňovat skoro nic, a hlavně lokální topeniště produkují mnoho znečišťujících látek.

„Snižování emisí je zatíženo fyzikálními zákony (dnes běžně pracujeme s účinností přes 95 % a 100 % není reálné) a není možné jít dále. Je nutné i upozornit, jestli náhodou dalšími požadavky na snižování emisí nezpůsobujeme vyšší emisi CO₂ a jiných látek, které ve výsledku způsobují negativní efekt v životním prostředí, např. výrobou aktivního uhlí, výrobou katalytických bloků pro snížení oxidů dusíků a také dalších nutných chemikálií,“ shrnuje Lukáš Pilař.

<https://www.fs.cvut.cz/aktuality/2465-212/ceske-uhelne-elektrarny-zacinaji-vitezit-nad-rtuti>