

Všeobecné informace

Pojmem *emise* se v ochraně ovzduší označuje vnášení látek do ovzduší. Je to děj, který může probíhat ustáleně, nerovnoměrně, cyklicky či nahodile v závislosti na technologických nebo biologických podmínkách určujícího procesu. Znečišťující látky se do ovzduší uvolňují především řízeným vypouštěním odpadních plynů, a to komíny, výduchy odsávacích a vzduchotechnických systémů, výpustmi odlučovacích zařízení apod. Tento děj lze kvantifikovat hmotnostním tokem zjištěným měřením emisí. Druhý způsob vnášení znečišťujících látek do ovzduší představují tzv. *fugitivní emise* (z anglického *fugitive* = *příležitostný, přechodný, náhodný, prchavý*), které lze vzhledem k jejich povaze určit pouze bilančními výpočty. Tento pojem zahrnuje například emise látek okny, dveřmi, větracími průduchy a podobnými otvory, netěsnostmi rozvodů a armatur, odpařováním na volném ovzduší apod.

Působící zdroje znečišťování ovzduší se zpravidla člení do tří základních kategorií :

- a) bodové zdroje - zastoupené například komíny energetických zařízení nebo výduchy z technologických zařízení;
- b) plošné zdroje - velice různorodá skupina zdrojů emisí (kamenolomy, nádrže odpadních vod, čisticí stanice odpadních vod, průmyslové laguny, odkalovací nádrže, půdní filtry odvětrané do ovzduší, sídelní a průmyslové aglomerace apod.). Často se plošnými zdroji emisí znečišťujících látek stávají i dějiště přirozených přírodních procesů jako je vulkanická činnost, lesní požáry, větrná eroze apod. K plošným zdrojům se někdy řadí i působení malých spalovacích zdrojů;
- c) liniové zdroje - velmi významná skupina zdrojů emisí spojená především s automobilovou dopravou jako jsou dálnice a frekventované silnice.

Odpadním plynem jsou plynné produkty obsahující znečišťující látky, které nelze danou technologií využít a jsou vypouštěny do ovzduší komínem, výduchem nebo výpustí ze zařízení pro omezování emisí. Tento děj lze kvantitativně popsat výhradně hmotnostním tokem příslušné látky. Dosavadní praxe v oblasti kontroly emisí znečišťujících látek však pro vyjadřování limitů přejímá převážně veličiny používané hygienickými předpisy, tzn. limitní hmotnostní koncentraci znečišťující látky.¹ Pro kontrolu emisí však tohoto postupu nelze zcela využít již z toho důvodu, že průtok odpadních plynů produkovaných jednotlivými zdroji je proměnnou veličinou. Hlavním měřítkem významu zdroje z hlediska zátěže životního prostředí je proto *hmotnostní tok znečišťujících látek* a nikoliv hmotnostní koncentrace těchto látek (nebo jakákoliv jiná koncentrační veličina).

Pro lepší orientaci v textu je třeba definovat některé užitečné pojmy z oblasti analytické chemie. Sledovaný vzorek plynu je z hlediska analytické chemie tvořen *analytem* nebo souborem analytů a *matricí vzorku*. Analytem je ve zkoumaném vzorku sledovaný prvek nebo sloučenina (např. znečišťující látka) a matricí vzorku jsou všechny ostatní složky plynné směsi (např. směs dusíku, kyslíku, oxidu uhličitého, vodní páry a dalších složek spalín). Obsah analytu ve vzorku plynu se vyjadřuje obvykle dvěma způsoby. Většina analyzátorů

¹ Základem hygienických předpisů je určení limitní hmotnostní koncentrace znečišťující látky, která vyplývá například ze známých velikostí denních přípustných dávek těchto sloučenin a ze skutečnosti, že denní spotřeba vzduchu člověka má přibližně konstantní hodnotu.

poskytuje výsledky ve formě **objemového zlomku** (objemový zlomek látky B se označuje značkou $\varphi(B)$ nebo φ_B , řecké písmeno φ se čte jako *fi* (ČSN ISO 31-8). Objemový zlomek látky B je definován jako:

$$\varphi(B) = \frac{V(B)}{V} , \quad (1)$$

kde $V(B)$ je objem látky B obsažené v plynné směsi celkového objemu V . Objemový zlomek je bezrozměrná veličina, která nabývá hodnoty od 0 do 1 (popř. 0 % až 100 %). Pro vyjádření nízkých hodnot objemového zlomku analytu B se někdy používá názorných jednotek, např. 1 ml/m^3 pro $1 \cdot 10^{-6}$. V anglické literatuře se někdy setkáváme se zkratkami ppm nebo ppb, které vyjadřují miliótiny nebo miliardtiny (zkratka ppm znamená *parts per million* a zkratka ppb znamená *parts per billion*). Používání těchto zkratk jako značek jednotek veličin je zakázané (ČSN ISO 31-0). Významnou vlastností objemového zlomku je skutečnost, že v ideální směsi ideálních plynů je tato veličina nezávislá na teplotě a tlaku vzorku plynu.

Legislativní normy vyžadují vyjádření obsahu znečišťujících látek v odpadním plynu **hmotnostní koncentrací** příslušné znečišťující látky. Pro hmotnostní koncentraci látky B se používá značky $\rho(B)$ nebo ρ_B (řecké písmeno ρ se čte jako *ró*) (ČSN ISO 31-8). Značka hmotnostní koncentrace látky B (ρ_B) se při nepozorném čtení jeví jako totožná se značkou pro hustotu směsi (ρ) (ČSN ISO 31-3), což někdy budí značný odpor vůči jejímu používání. Označení $\rho(B)$ je analogií značky $V(B)$ používané pro parciální objem složky B nebo $p(B)$ pro parciální tlak složky B (ČSN ISO 31-8). Pokud si uvědomíme, že hmotnostní koncentrace látky B je identická s její parciální hustotou (tohoto názvu veličiny se však v analýze ovzduší nepoužívá), pak nám označení $\rho(B)$ nepřipadá nijak neobvyklé.

Hmotnostní koncentrace látky B je definována jako podíl hmotnosti látky B a objemu směsi :

$$\rho(B) = \frac{m(B)}{V} . \quad (2)$$

Její hodnota na rozdíl od objemového zlomku významně závisí na teplotě a tlaku vzorku. V anglosaské literatuře se někdy setkáme s výrazem $c(B)$ nebo dokonce $C(B)$. Značka $c(B)$ je značkou koncentrace látky B (koncentrace látkového množství nebo také molární koncentrace) a vyjadřuje například se v jednotkách mol/l nebo kmol/m^3 . Značka $C(B)$ je značkou molekulové koncentrace látky B (podíl počtu molekul látky B a objemu směsi) a vyjadřuje se například v jednotkách m^{-3} . Použití uvedených značek nebo výrazu koncentrace (rozuměj molární koncentrace) v analýze odpadních plynů prakticky nepřipadá v úvahu. Vztah mezi objemovým zlomkem a hmotnostní koncentrací analytu B bude podrobně diskutován v kapitole věnované výpočtům.

Emise se zjišťuje měřením, popřípadě výpočtem, pokud nelze technicky toto měření uskutečnit. Měření emisí se realizuje kontinuálním měřením nebo jednorázovým měřením a výpočtem s použitím výsledků těchto měření. Kontinuálním měřením emisí (měření *on-line*) je průběžné měření hmotnostních koncentrací a hmotnostních toků znečišťujících látek pomocí automatizovaného emisního měřicího systému (AMS). Tento systém se zpravidla skládá ze zařízení pro odběr a úpravu vzorku, přístrojů pro měření obsahu sledovaných analytů (znečišťujících látek, majoritních a referenčních složek odpadního plynu), přístrojů pro měření stavových veličin a průtoku odpadního plynu a zařízení pro sběr, vyhodnocování a třídění naměřených hodnot s registrací distribuce jejich velikosti a uchováváním. Výsledkem měření je soubor okamžitých hodnot charakterizujících průtok odpadního plynu a hmotnostní koncentraci analytu za určených podmínek. Základní soubor okamžitých hodnot slouží k výpočtu průměrných hmotnostních koncentrací znečišťující látky v určeném časovém

úseku, např. 30 minut, 1 den nebo 1 rok. Podobně se vyhodnocuje i průtok odpadního plynu. Z výsledků tohoto měření se vypočítá hmotnostní tok znečišťujících látek. Výsledky stanovení znečišťujících látek v odpadních plynech ze stacionárních zdrojů se vyjadřují různými způsoby určenými zpravidla příslušnými orgány státní správy ochrany ovzduší. Mohou to být například hmotnostní koncentrace znečišťující látky za skutečných provozních stavových podmínek plynu proudícího vzorkovacím (měřicím) profilem. Pro porovnání jednotlivých technologií, vlivu různých zdrojů emisí znečišťujících látek na životní prostředí, posouzení účinnosti různých odlučovačů apod. se používá k vyjádření obsahu sledovaného analytu hmotnostní koncentrace znečišťující látky přepočtená na zadané vztažné podmínky, kterými mohou být:

- a) normální (stavové) podmínky (definované normálním tlakem 101,325 kPa a normální teplotou 273,15 K), stav suchého plynu a určený vztažný obsah kyslíku v suchém odpadním plynu,
- b) normální (stavové) podmínky a stav suchého plynu,
- c) normální (stavové) podmínky a
- d) vztažné podmínky definované průměrnými provozními parametry (teplota, tlak a vlhkost odpadního plynu).

Stojí za zmínku, že v některých státech se používají jiné vztažné (standardní) podmínky. Příkladem může být USA, kde tamní EPA (Environment Protection Agency) stanoví jako standardní podmínky při stanovení obsahu znečišťujících látek v odpadních plynech ze stacionárních zdrojů tlak 101,3 kPa a teplotu 293 K (Code of Federal Regulations 1999).

Při jednorázovém měření emisí se zjišťuje velikost měrné výrobní emise znečišťující látky určené poměr hmotnosti znečišťující látky vnášené do ovzduší ke vztažné veličině, např. hmotnosti spáleného paliva (nebo množství tepla palivem přivedeného, nebo hmotnosti vstupní suroviny, nebo množství nebo hmotnosti produktů jednotlivého měřeného zařízení nebo technologického procesu). Jednorázové měření se provádí rovněž za účelem ověření trvale instalovaného kontinuálního emisního měřicího systému (AMS) porovnáním hodnot evidovaných v AMS s hodnotami měřenými referenční nebo ekvivalentní metrologicky navázanou metodou. Toto měření se provádí buď využitím manuálních metod nebo přímým měřením přístroji pro kontinuální (*on-line*) měření. Jednorázové měření s využitím manuálních metod analýzy sestává z posloupnosti manuálního odběru vzorku, následné úpravy vzorku fyzikálními nebo chemickými postupy a fyzikální, fyzikálně-chemické nebo chemické analýzy provedené v sérii několika jednotlivých měření. Výsledkem každého jednotlivého měření je stanovení průměrné hmotnostní koncentrace znečišťující látky v časovém období odběru vzorku.

Pro zajištění kvality výsledků je třeba získat dostatečně velký soubor údajů, který je definován různě v závislosti na podmínkách a průběhu procesu. Jednorázové měření s využitím manuálních metod analýzy poskytuje soubor průměrných hodnot charakterizujících průtok odpadního plynu a hmotnostní koncentraci analytu za určených podmínek a v určeném časovém intervalu. Velikost tohoto intervalu závisí na charakteru emisí. Při ustáleném průběhu emisí je dostatečující časový interval 6 hodin. Při neustáleném průběhu je třeba provádět měření v průběhu nejméně 12 hodin. Při sledování cyklických procesů se obvykle provádějí odběry vzorků tak, aby rovnoměrně pokryly alespoň 3 za sebou následující cykly.

Jednorázové měření s využitím přístrojů pro kontinuální měření poskytuje údaje o časovém průběhu složení odpadních plynů. Výsledkem každého měření je získání souboru okamžitých hmotnostních koncentrací a průměrných hmotnostních koncentrací znečišťující látky ve

stanoveném časovém intervalu a tomu odpovídající údaje o průtoku odpadního plynu. Četnost měření jednotlivých okamžitých hodnot je zpravidla vymezena podmínkou, aby dvě po sobě následující čtení přístrojů pro kontinuální měření byla zaznamenána v intervalu ne kratším než 1 minuta. Celková doba měření závisí podobně jako v případě měření s využitím manuálních metod analýzy na charakteru procesu vzniku emisí.

Zvláštním případem měření emisí je ověření správnosti údajů kontinuálního měření (AMS). Musí být provedeno obvykle jednou ročně nebo vždy při významném zásahu do měřicího systému nebo technologického procesu nebo významné změně zpracovávaných surovin.

Literatura

Code of Federal Regulations, Title 40, 40CFR60 *Standard of Performance for new stationary sources*, 1999.

ČSN ISO 31-0 *Veličiny a jednotky - Část 0: Všeobecné zásady*, ČNI Praha 1994.

ČSN ISO 31-3 *Veličiny a jednotky - Část 3: Mechanika*, ČNI Praha 1994.

ČSN ISO 31-8 *Veličiny a jednotky - Část 8: Fyzikální chemie a molekulová fyzika*, ČNI Praha 1996.