

Chlorfluoruhlovodíky

Stanovení chlorfluoruhlovodíků (CFC)

Chlorfluoruhlovodíky (CFC) jsou skleníkové plyny unikající do ovzduší především z chladicích a vzduchotechnických systémů, výroby mikroelektronických prvků a při jejich použití jako rozpouštědel při čištění povrchů. Vzhledem ke skutečnosti, že většina zástupců této skupiny se rozkládá ve spodních vrstvách atmosféry, nepředstavují CFC velké riziko pro ozonovou vrstvu. Přestože jejich obsah v ovzduší není v porovnání s ostatními skleníkovými plyny příliš vysoký (jednotky nl/m^3), jejich absorpce IČ záření z nich činí významné skleníkové plyny. Přehled základních vlastností některých členů této skupiny uvádí následující tabulka.

Tabulka 1 Vlastnosti některých CFC

Název	Vzorec	Bod varu [°C]	Tenze par [kPa]	ODP	GWP
trichlorfluormethan	CCl_3F	23,8	89 (20°C)	1 ^{A)}	4 600
dichlordifluormethan	CCl_2F_2	- 29,8	577,6	0,82	8 100
chlortrifluormethan	CClF_3	- 81,5	3 263	1	14 000
1,2-dichlortetrafluorethan	$\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$	3,5	-	-	-

ODP (ozone depletion potential) GWP (global warming potential) ^{A)} definičně

V důsledku různých regulačních opatření v posledních letech vyvstala potřeba identifikace a stanovení jednotlivých analytů tohoto souboru látek. S ohledem na své chemické a fyzikální vlastnosti jde o látky, jejichž stanovení je poměrně obtížné a není předmětem žádné z norem (EN, ISO) či normovaných metod pro analýzu odpadních plynů (US EPA apod.). V odpadních plynech se vyskytují v rozsahu jednotek až desítek mg/m^3 a ve volném ovzduší v jednotkách až desítkách nanogramů na metr krychlový.

Manuální metody stanovení

Pro stanovení CFC ve venkovním ovzduší se používá metody založené na záchytu těchto látek v kanistrech z korozivzdorné oceli s následnou termickou desorpací a stanovením plynovou chromatografií s různými typy detektorů (GC-MD) *Method TO-14A Determination of volatile organic compounds (VOCs) in ambient air using specially prepared canisters with subsequent analysis by gas chromatography* (Compendium of methods for Organic Compounds US EPA 1999).

Pro stanovení CFC v pracovním ovzduší se používá manuální metody založené na záchytu těchto látek ve dvojici sorpčních trubic naplněných aktivním uhlím s následnou extrakcí CFC sirouhlíkem a stanovením analytů plynovou chromatografií s polární stacionární fází Chromosorb WHP a FID detektorem (GC-FID) používanou pro stanovení CCl_3F v pracovním ovzduší v rozsahu 2 mg až 40 mg na vzorek (NIOSH method 1006 1994).

Další manuální metodou používanou pro stanovení 1,1,1,2-tetrachlor-2,2-difluorethanu v pracovním ovzduší je metoda založená na záchytu analytu ve dvojici sorpčních trubic naplněných aktivním uhlím s následnou extrakcí analytu sirouhlíkem a stanovením 1,1,1,2-tetrachlor-2,2-difluorethanu plynovou chromatografií s polární stacionární fází Chromosorb

WHP a FID detektorem (GC-FID) používanou pro stanovení analytu v pracovním ovzduší v rozsahu 2 mg až 20 mg na vzorek (NIOSH method 1016 1994).

Další manuální metodou používanou pro stanovení dichlordifluormethanu v pracovním ovzduší je postup založený na odběru vzorku vzduchu sorpcí na aktivním uhlí ve dvojici sorpčních trubic s následnou extrakcí dichlormethanem. Pro stanovení analytu v rozsahu 5 mg až 30 mg na vzorek vzduchu se používá plynové chromatografie s detektorem FID (GC-FID) (NIOSH method 1018-2 1994).

Podobnou manuální metodou používanou pro stanovení 1,2-dichlortetrafluorethanu v pracovním ovzduší je postup založený na odběru vzorku vzduchu sorpcí na aktivním uhlí ve dvojici sorpčních trubic s následnou extrakcí dichlormethanem. Pro stanovení analytu v rozsahu 5 mg až 40 mg na vzorek vzduchu se používá plynové chromatografie s detektorem FID (GC-FID) (NIOSH method 1018-3 1994).

Jinou manuální metodou používanou pro stanovení 1,1,2-trichlor-1,2,2-trifluorethanu v pracovním ovzduší je postup založený na odběru vzorku vzduchu sorpcí na aktivním uhlí ve dvojici sorpčních trubic s následnou extrakcí sirouhlíkem. Pro stanovení analytu v rozsahu 0,015 mg až 14 mg na vzorek vzduchu se používá plynové chromatografie se stacionární fází DB-wax/Stabilwax s detektorem FID (GC-FID) (NIOSH method 1020 1994).

Instrumentální *on-line* metody stanovení

Instrumentální metody stanovení CFC využívají s ohledem na poměrně velké hodnoty absorpčních koeficientů v převážné míře infračervené absorpční spektrometrie. Kromě uvedených metod lze použít rovněž metody FTIR spektrometrie, např. *Method 320 Measurement of vapor phase organic and inorganic emissions by extractive Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy* (Code of Federal Regulations US EPA 1999). Jedná se o spolehlivou metodu stanovení, kterou lze *on-line* sledovat současně celou řadu analytů uvedeného souboru CFC.

Této metodě odpovídá postup určený pro analýzu pracovního ovzduší (NIOSH method 3800 1994).

Normované metody stanovení

Pro stanovení CFC v odpadních plynech ze stacionárních zdrojů neexistují normované metody stanovení.

Literatura

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

Compendium of methods for the determination of toxic organic compounds in ambient air – second edition, US EPA 1999.

NIOSH method 1006 *Fluorotrichloromethane*, Manual of Analytical Methods (NMAM), 4. vydání 1994.

NIOSH method 1018, issue 2 *Dichlorodifluoromethane*, Manual of Analytical Methods (NMAM), 4. vydání 1994.

NIOSH method 1018, issue 3 *1,2-Dichlorotetrafluoroethane*, Manual of Analytical Methods (NMAM), 4. vydání 1994.

NIOSH method 1020 *1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane*, Manual of Analytical Methods (NMAM), 4. vydání 1994.

NIOSH method 3800, *Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry*, Manual of Analytical Methods (NMAM), 4. vydání 1994.