

Perfluorouhlovodíky (PFC)

další názvy (jednotlivé látky)	perfluorované uhlovodíky R14; perfluoromethan R116; perfluoroethan R218; perfluoropropan R3-1-10; perfluorobutan RC-318; perfluorocyklobutan R4-1-12; perfluoropentan R5-1-14; perfluorohexan
číslo CAS	86508-42-1 (perfluorované sloučeniny C5-C18) 75-73-0 (R14) 76-16-4 (R116) 76-19-7 (R218) 355-25-9 (R3-1-10) 115-25-3 (RC-318) 678-26-2 (R4-1-12) 355-42-0 (R5-1-14)
chemický vzorec	molekuly obsahují pouze C a F
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	100
do vody (kg/rok)	-
do půdy (kg/rok)	-
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	-
rizikové složky životního prostředí	ovzduší
věty R	-
věty S	
S38 (R14; R116; R218; RC-318)	V případě nedostatečného větrání použijte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů.
S23 (R5-1-14)	Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce, dovozce a distributor).

Základní charakteristika

Perfluorované uhlovodíky jsou sloučeniny, které ve svojí molekule obsahují pouze atomy uhlíku a fluoru. Tyto látky jsou většinou bezbarvé plyny nebo nízkovroucí kapaliny bez výraznějšího zápachu. Hlavní a nejdůležitější vlastností této skupiny látek je jejich stabilita a nereaktivita. Jedná se o látky vytvořené člověkem – syntetické. Odvodit jich lze celou řadu, avšak praktický význam mají především látky uvedené v úvodní tabulce.

Použití

Vzhledem ke zmíněné stabilitě (nereaktivnosti) a dobrým tepelným vlastnostem jsou látky této skupiny vhodné pro použití jako **chladiwa**. Jedná se především o součásti směsí používaných jako náplně v chladicích a mrazicích zařízeních, klimatizacích a dalších strojích. Dále je těchto látek využíváno v elektrotechnickém průmyslu **při výrobě polovodičových součástek**. Další možné použití je **v léčivech, kosmetice či hasicích systémech**. Objemy užívané v těchto aplikacích ovšem nepředstavují zvláštní rizika. Použití jednotlivých látek je shrnuto v Tab.

Nejčastější použití jednotlivých látek ze skupiny perfluorovaných uhlovodíků

perfluorovaný uhlovodík	vzorec	bod varu [°C]	nejčastější použití
perfluoromethan	CF ₄	-128	v průmyslu polovodičů
perfluoroethan	C ₂ F ₆	-78	v průmyslu polovodičů
perfluoropropan	C ₃ F ₈	-37	alternativa CF ₄ v polovodičovém průmyslu
perfluorobutan	C ₄ F ₁₀	-2	ve fyzikálním výzkumu jako netečná látka
perfluorocyklobutan	c-C ₄ F ₈	-7	v průmyslu polovodičů
perfluoropentan	C ₅ F ₁₂	30	jako medium pro přenos tepelné energie
perfluorohexan	C ₆ F ₁₄	56	jako medium pro přenos tepelné energie

Zdroje emisí

Perfluorované uhlovodíky jsou látky syntetické (vytvořené uměle člověkem), proto veškeré jejich emise souvisí s lidskou činností. Zdroje emisí těchto látek můžeme rozdělit do několika skupin:

- **Chladicí technologie.** V těchto aplikacích může docházet k únikům při poškození nebo netěsnostech zařízení a dále při neodborně prováděných zásazích do chladicího okruhu zařízení.
- **Ostatní průmyslové aplikace (výroba polovodičů).** V každém průmyslovém procesu, kde jsou tyto látky přítomny, může dojít v důsledku technické závady, netěsnosti nebo chyby pracovníka k úniku přítomné látky.
- V rámci dalších aplikací látek této skupiny (**kosmetika či hasicí systémy**) dochází také k únikům, ovšem v mnohem menších objemech, než v předešlých dvou případech.

Dopady na životní prostředí

Látky ze skupiny perfluorovaných uhlovodíků patří **mezi tzv. skleníkové plyny**, které mají schopnost pohlcovat infračervené záření a přispívat k **oteplování Země**. Koncentrace perfluorovaných uhlovodíků v atmosféře je malá, avšak jejich potenciál přispívat k intenzifikaci skleníkového efektu (tedy schopnost molekul absorbovat unikající infračervené

záření zemského povrchu) je ve srovnání s nejvíce diskutovaným oxidem uhličitým výrazně vyšší (v případě perfluoroethanu až 11900x). Vykazují rovněž velmi dlouhou životnost v atmosféře, což jejich dopady na životní prostředí jen umocňuje. V Tab. jsou uvedeny odhadované doby jejich setrvání v atmosféře.

Odhadovaná životnost perfluorovaných uhlovodíků v atmosféře.

perfluorovaný uhlovodík	životnost [roky]
perfluoromethan	50000
perfluoroethan	10000
perfluoropropan	2600
perfluorobutan	2600
perfluorocyklobutan	3200
perfluoropentan	4100
perfluorohexan	3200

Dopady na zdraví člověka, rizika

Látky této skupiny se v životním prostředí vyskytují ve velice malých koncentracích, proto jejich přímý vliv na zdraví člověka není příliš významný. Při vdechování vyšších koncentrací PFC může dojít k narušení činnosti mozku a srdce.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Látky této skupiny jsou velmi málo reaktivní plyny. Jejich akutní riziko pro životní prostředí či zdraví člověka je sice velmi nízké, ale z dlouhodobého hlediska se tyto látky jeví jako značně rizikové. Jsou to **skleníkové plyny s vysokým potenciálem přispívat ke globálnímu oteplování a navíc je jejich životnost v atmosféře velmi dlouhá**. Tyto látky jsou navíc syntetické, vnášené do přírody lidskou činností, proto je nutné jejich výskyt monitorovat a dodržováním všech preventivních opatření snižovat jejich emise.

Důvody zařazení do registru

- nařízení o E-PRTR
- rozhodnutí o EPER
- UNFCCC – Kyóto
- zákon č. 254/2001 Sb. (příloha č. 1)
- vyhláška č. 232/2004 Sb. (příloha č. 1)

Způsoby zjišťování a měření

Odhad emisí perfluorovaných uhlovodíků do atmosféry je možné učinit různými způsoby podle typu provozu a jejich použití. Při výrobě lze jejich ztráty emisemi vypočítat z bilance objemu vstupních surovin a produktu. V rámci jejich využití je možné se opřít o údaje typu množství chladicí náplně v zařízení, nebo náplň hnacího plynu a poté odhadnout úbytek.

Ke stanovení koncentrace PFC je možné využít metody plynové chromatografie s detektorem elektronového záchytu nebo s hmotnostním spektrometrem. Dále je možné využít infračervenou absorpční spektrometrii. Stanovení nepatří mezi nejběžnější analýzy, zejména již odběr vzorku k analýze je poměrně speciální záležitost. Případné měření je třeba konzultovat buď se specializovanými pracovišti, nebo špičkovými komerčními laboratořemi.

Ohlašovací práh 100 kg/rok lze přiblížit následujícím příkladem: v případě hypotetického obsahu PFC ve vzduchu unikajícím z výroby $100 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ představuje ohlašovací práh objem uniklého kontaminovaného vzduchu přibližně $1\,000\,000 \text{ m}^3$ za rok (za stejné teploty a tlaku jako byl uveden koncentrační údaj).

Další informace, zajímavosti

Perfluorouhlovodíky také bývají využívány jako dočasná náhrada očního gelu při chirurgických zákrocích na očích pacienta.

Informační zdroje

- European Fluorocarbons Technical Committee, <http://www.fluorocarbons.org/en/homepage.html>
- Environment Agency, <http://www.environment-agency.gov.uk>
- EPA: Pollutants and Toxics, <http://www.epa.gov/eftpages/pollairporefrigerants.html>
- Scorecard, The Pollution Information Site, <http://www.scorecard.org/chemical-profiles/index.tcl>
- VanLoon G.W., Duffy S.J.: Environmental Chemistry a Global Perspective, Oxford University Press, 2005