

Fluor a jeho anorganické sloučeniny

CAS No. pro fluor 7782-41-4, CAS No. pro fluoridy 16984-48-8

Charakteristika

Fluor je plyn silně dráždivý oči, kůži a respirační systém. Fluorovodík je také plyn velmi dobře rozpustný ve vodě (dešti, mlze) za tvorby kyseliny fluorovodíkové. Fluoridy jsou skupinou řady přírodních i syntetických sloučenin odvozených od kyseliny fluorovodíkové a mají různé chemické vlastnosti. Fluoridy jsou do ovzduší emitovány jak v plynné, tak pevné formě. Soli fluoru, jako fluorid sodný a vápenatý, jsou méně reaktivní a toxické než např. oxidy. Fluoridy se do ovzduší dostávají z průmyslové výroby (uhelné elektrárny, hliníkářny, výroby fosforových hnojiv, chemický průmysl), anebo ze skládek nebezpečného odpadu, a jsou větrem a deštěm transportovány do blízkých půd a vodních ploch. Fluorovodík se používá při výrobě hliníku a chlorofluorouhlovdíků, při leptání skla a v chemickém průmyslu.

Koncentrace fluoridů měřené poblíž měst obvykle nepřesahují $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ve venkovských oblastech je to ještě méně. Denní inhalační expozice je nižší, než dávka přijatá potravou či vodou. Obyvatelstvo může být exponováno fluoridům z kontaminovaného ovzduší, potravin, pitné vody a půdy. Hlavní expozice fluorovodíkové kyselině bývá profesionální akutní expozice; primární expoziční cesta fluoridů je chronická orální z pitné vody, potravin a dentálních produktů. Akutní (krátkodobá) inhalační expozice plynnému fluorovodíku může u lidí způsobit vážné poškození dýchacích cest, včetně silného podráždění a plicního edému. Po expozici očí nebo kůže u lidí může dojít k vážnému podráždění očí a poleptání kůže (US EPA, 2016).

Hlavním důsledkem chronické inhalační expozice fluoridům je skeletální fluoróza (dochází k akumulaci v kostech), která byla pozorována v případě expozice fluoridovému prachu a/nebo fluorovodíku (ATSDR 2006). Zvýšená hladina fluoru v organismu mění hladiny vápníku, hořčíku a draslíku. Studie na zvířatech prokázaly účinky akutní a chronické inhalační expozice fluorovodíku na plíce, játra a ledviny (US EPA 2016). Některé studie naznačují reprotoxicitu fluoridů (endokrinně disruptivní vlastnosti, negativní účinky na činnost štítné žlázy) při chronické expozici (NRC, 2009). Studie zkoumající karcinogenitu nejsou průkazné. EPA nestanovila třídu karcinogenity. Podle IARC fluor není klasifikovatelný z hlediska lidské karcinogenity (skupina 3, není adekvátní důkaz).

Referenční koncentrace

$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za rok

WHO uvádí ve Směrnici pro kvalitu ovzduší AQG z roku 2000, že v silně průmyslových oblastech jsou běžné denní expozice fluoridů $0,5\text{--}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a v některých případech až $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Děti, které žily blízko podniku na výrobu fosfátových hnojiv a byly vystaveny koncentracím 100 až $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vykazovaly poškození respiračních funkcí. Podle různých zdrojů se dá konstatovat, že dlouhodobá expozice lidí fluoridům v koncentracích mezi 100 a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vede k poškození plicních funkcí a skeletální fluoróze. Naopak, při koncentraci plynných fluoridů do $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$

nebylo zjištěno žádné poškození respiračních funkcí. Nicméně na základě dosavadních studií nelze podle WHO stanovit mezní expozici. K ochraně rostlin je třeba dodržet koncentraci fluoridů v ovzduší do $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, takové koncentrace také dostatečně ochrání lidské zdraví (WHO 2000).

EPA stanovuje Screening level pro fluoridy na $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Hazard Index = 1 (US EPA Regional Screening Levels (RSLs) - Generic Tables as of May 2022). V těchto tabulkách je také uvedena referenční koncentrace RfC $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, přestože v materiálu z roku 2016 uvádí EPA (US EPA 2016), že RfC nebyla stanovena.

Californská EPA (OEHHA 2020) doporučuje referenční chronickou koncentraci (REL) na základě přístupu benchmark dose pro fluoridy (kromě fluorovodíku) - $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – cílové orgány při inhalaci – kosti a zuby, respirační systém, pro fluorovodík doporučuje $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ z hlediska efektu skeletální fluorózy.

Reference

1. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2000). Air quality guidelines for Europe, 2nd ed.. World Health Organization. Regional Office for Europe.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107335>
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2006. Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride and fluorine. U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp11.pdf>
3. National Research Council (US) Committee on Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants. Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants: Volume 3. Washington (DC):
4. National Academies Press (US); 2009. 4, Hydrogen Fluoride.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK219903/>
5. Cal EPA OEHHA Acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Levels (RELs) as of August, 2020. (<https://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-chronic-reference-exposure-level-rel-summary>)
6. US Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment's. Chronic Reference Exposure Level.
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-10/documents/hydrogen-fluoride.pdf>
(updated in 2016)

Zpracováno: říjen 2022

