

Chlor a anorganické sloučeniny (jako HCl)

další názvy	kyselina chlorovodíková, kyselina solná, solnice, chlorovodík	
číslo CAS*	7782-50-5 (chlor) 7647-01-0 (chlorovodík)	
chemický vzorec*	Cl ₂ (chlor) HCl (chlorovodík)	
ohlašovací práh pro emise a přenosy		
do ovzduší (kg/rok)	10000	
do vody (kg/rok)	-	
do půdy (kg/rok)	-	
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	-	
rizikové složky životního prostředí	ovzduší	
věty R*		
R23 (chlor, chlorovodík)	Toxický při vdechování.	
R35 (chlorovodík)	Způsobuje těžké poleptání.	
R36/37/38 (chlor)	Dráždí oči, dýchací orgány a kůži.	
R50 (chlor)	Vysoce toxický pro vodní organismy.	
věty S*		
S1/2 (chlor, chlorovodík)	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí.	
S9 (chlor, chlorovodík)	Uchovávejte obal na dobře větraném místě.	
S26 (chlorovodík)	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.	
S36/37/39 (chlorovodík)	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.	
S45 (chlor, chlorovodík)	V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).	
S61 (chlor)	Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy.	

* - Jedná se sice o širokou skupinu látek, avšak fakt, že je uveden jen ohlašovací práh emisí do ovzduší, velmi zužuje spektrum možných sloučenin. V úvahu připadají zejména chlor a chlorovodík, což jsou za normálních podmínek plyny. Pro tyto dvě látky jsou uvedeny i R a S věty.

Základní charakteristika

Chlor je za normálních podmínek zelenožlutý plyn s extrémně silným štiplavým zápachem. Jeho teplota varu je -34°, tání -101°C a hustota 1,42 kg.m⁻³, což znamená, že je mírně těžší než vzduch (hustota vzduchu je 1,29 kg.m⁻³). Jedná se o velmi reaktivní plyn, který je schopen oxidovat mnohé kovy již při pokojové teplotě. Co se týče rozpustnosti ve vodě, chlor s vodou reaguje za vzniku kyseliny chlorovodíkové, která má maximální

koncentraci 38 %. K této reakci dochází i se vzdušnou vlhkostí. Kyselina chlorovodíková (neboli rozpuštěný chlorovodík) je čirá, nebo mírně nažloutlá kapalina. Její neutralizací vznikají chloridy. Plynný chlorovodík se projevuje velmi štiplavým agresivním zápachem. Jeho hustota činí $1,18 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, je tudíž jen nepatrně lehčí než vzduch. Je to velmi agresivní a korozivní plyn. Chlor a chlorovodík (resp. kyselina chlorovodíková) jsou dvě nejvýznamnější anorganické plynné látky s obsahem chloru, proto se v dalším textu zaměříme právě na ně.

Použití

V chemickém průmyslu je chlor velmi důležitou surovinou. Velmi hojně se využívá **při výrobě mnoha běžných materiálů, například polvinylchloridu (PVC) a mnoha dalších organických hmot.** Dále se využívá **pro výrobu chloroformu, trichlorbenzenů, propylenoxidu a kupříkladu fosgenu a yperitu (chemické zbraně).** Je také používán **pro výrobu anorganických sloučenin a desinfekčních prostředků.** Chlor či některé jeho sloučeniny se užívají k bělení buničiny, celulózy a papíru. Baktericidních vlastností chloru se využívá pro desinfekci pitné vody i vody v nádržích a bazénech určených pro rekreaci. Dále je chlor (a jeho sloučeniny) využíván v mnohých desinfekčních přípravcích, barvivech, insekticidech, lacích, rozpouštědlech, textilu či lékařství.

Chlorovodík je využíván pro hydrochloraci pryže, ve výrobě vinylchloridů a alkylchloridů, při oddělování bavlny od vlny a při čištění bavlny. Užívá se také pro leptání polovodičových krystalů a je meziproduktem v mnoha průmyslových výrobních procesech.

Kyselina chlorovodíková se užívá při moření povrchu oceli. Lze jí využít k odstranění koroze (oxidů železa) před dalším zpracováním oceli. Nejčastěji se k tomuto účelu využívá technická 18% kyselina chlorovodíková. Kyselina chlorovodíková je také užívána při výrobě polyaluminiumchloridu. Hojně je používána v elektrochemickém průmyslu při galvanizaci a výrobě baterií. Další její využití je **v organických chemických výrobcích, například polykarbonátů, aktivního uhlí a kyseliny askorbové.** Dále je přítomna při výrobě ingrediencí a aditiv do jídla, aspartamu, fruktosy nebo kyseliny citronové.

Kyselina chlorovodíková je látka přirozeně se vyskytující v trávicím traktu mnoha živočichů i člověka, kde se významným způsobem podílí na trávení přijímané potravy.

Zdroje emisí

Mezi přirozené zdroje emisí můžeme zařadit chlorovodík unikající při vulkanické činnosti a vznikající při přirozených lesních požárech. Během úhynu či poranění živočichů může dojít k uvolnění trávicích šťáv obsahujících kyselinu chlorovodíkovou, jedná se ale v globálním měřítku o naprosto zanedbatelná množství.

Vzhledem k možnému ohrožení životního prostředí jsou mnohem významnější **antropogenní zdroje emisí. Jmenovat můžeme následující:**

- úniky chloru a chlorovodíku z průmyslu (jejich výroba, organické výroby, anorganické výroby – viz. „použití“);
- úniky chloru při bělení papíru a buničiny;
- úniky chloru při jeho využívání k desinfekčním účelům (chlorování vody, lékařství) a odpařování chloru a jeho sloučenin z rozpouštědel a přípravků (např. prostředek SAVO);
- chlorovodík pocházející ze spalovacích procesů (Během spalování paliv, které obsahují chloridy, jako je například uhlí.);

- vznik chlorovodíku během spalování odpadů s obsahem chloru (plasty);
- úniky kyseliny chlorovodíkové při zpracování oceli.

Dopady na životní prostředí

Dostane-li se chlor do životního prostředí kupříkladu v důsledku havárie, může bezprostředně popálit blízké rostliny, ale pak rychle zareaguje se vzdušnou vlhkostí na chlorovodík. **Chlorovodík je velmi korozivní látka**, která napadá mnohé kovy a vápenec, což vede k narušení budov i kulturních památek. **Plynný chlorovodík se velmi rychle rozpouští ve vodě (i ve vzdušné vlhkosti) za vzniku silné kyseliny chlorovodíkové, která je při vyšších koncentracích toxická pro vodní organismy a poškozuje také rostliny. Akutní ohrožení volně žijících živočichů a rostlin emisemi ze spalovacích procesů je však s výjimkou případných havárií nepravděpodobné.**

Chlorovodík vznikající v atmosféře **přispívá ke kyselosti dešťů** tím, že se rozpouští ve vodních částicích mraků a způsobuje tak zvýšení kyselosti dešťové vody oproti normálu. Určité typy půd a jezer mohou být obzvláště citlivé na výskyt kyselých dešťů. Hlavní plyny podílející se na vzniku kyselých dešťů jsou oxid siřičitý a oxidy dusíku, ale i chlorovodík může hrát určitou roli. Tyto látky mohou být díky používání vysokých komínů rozptylujícími znečišťujícími látky vysoko v ovzduší transportovány atmosférickými proudy na vzdálenosti tisíců kilometrů.

Dopady na zdraví člověka, rizika

Chlor je **velice nebezpečný a agresivní plyn**. Jeho výhodou je **velmi silný zápach**, který je člověku patrný již při nízkých koncentracích. To varuje před blížícím se nebezpečím a umožňuje zasažený prostor urychleně opustit. Chlor může být do organismu vdechnut. **Ihned reaguje s vlhkostí za vzniku agresivního chlorovodíku (a kyseliny chlorné).** Proto **nelze přesně odlišit dopady expozice chlorem a chlorovodíkem**. U exponované osoby chlorem (resp. chlorovodíkem) se mohou projevit následující rizika a potíže:

- podráždění nosu, dýchacích cest, vznik trhlinek na dýchacích cestách, silné kašláni, krvácení z nosu a bolest na hrudi;
- dráždění plic, dušnost, tvorba tekutiny v plicích (edém) i nebezpečí udušení;
- popálení očí a kůže s nevratným poškozením.
- Opakované expozice mohou nenávratně poškodit plíce a zuby a vyvolat vyrážky.

V České republice platí pro koncentrace chlorovodíku následující limity v ovzduší pracovišť: PEL – 8 mg.m⁻³, NPK - P – 15 mg.m⁻³.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Chlor a jeho anorganické sloučeniny jsou **velmi reaktivní a korozivní látky**. Při jejich úniku do životního prostředí mohou způsobit **akutní ohrožení živých organismů (zejména vodních), rostlin a mnohých materiálů**. Vzhledem k jejich vysoké reaktivitě ale **v životním prostředí nesetrvávají po dlouhou dobu**, a proto jejich dlouhodobý globální negativní dopad není zvláště významný.

Důvody zařazení do registru

- nařízení o E-PRTR
- rozhodnutí o EPER

- vyhláška č. 356/2002 Sb. (příloha č. 1)
- vyhláška č. 232/2004 Sb. (příloha č. 1)

Způsoby zjišťování a měření

Chlor i chlorovodík je velmi výrazně štiplavě zapáchající látka, proto k prvnímu určení úniku může posloužit čich.

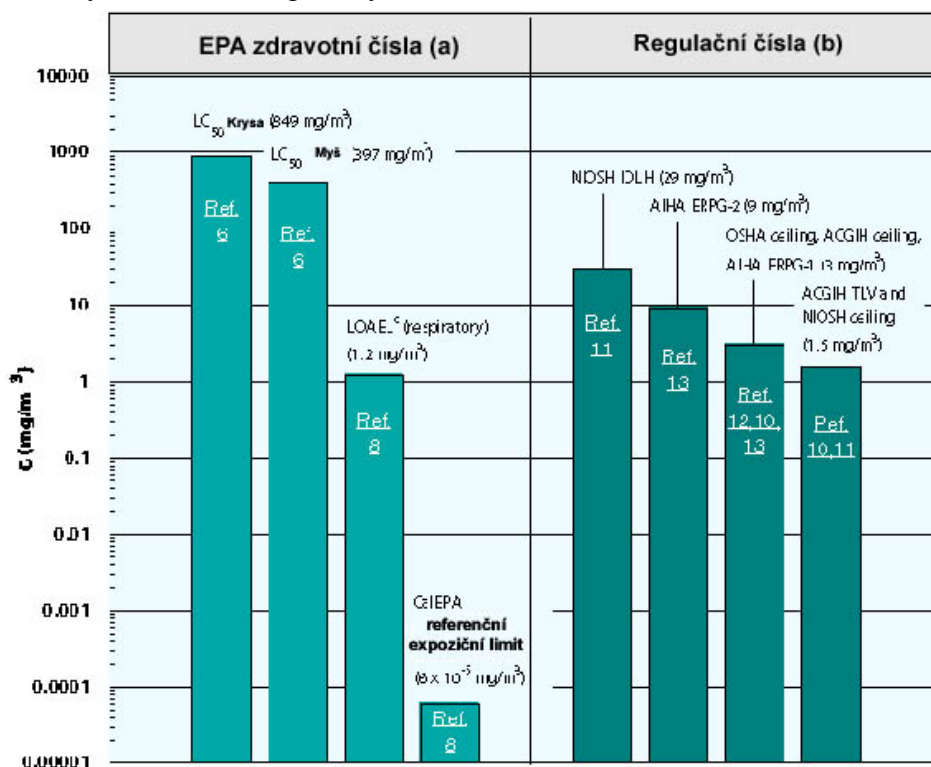
Hrubou představu o únicích, například v průmyslových procesech, je možné učinit ze spotřeby látek či bilance procesu (vstup x výstup).

Stanovení chlorovodíku v plynných směsích je zpravidla spojené se stanovením kapalných částic kyseliny chlorovodíkové a chloridů na tuhých částicích aerosolů. Záchyt vzorku probíhá tak, že plyn ve kterém chceme stanovit obsah chloru a jeho sloučenin probubláváme v absorbéru přes 0,5M roztok octanu sodného. Chlor okamžitě zreaguje na kyselinu chlorovodíkovou (resp. chloridy), proto se speciálně jednotlivých forem obvykle neprovádí a výsledkem analýzy je celková hmotnostní koncentrace chloridů. Nejběžnější používanou analytickou koncovkou je potenciometrické stanovení iontově selektivní elektrodou (ISE). Využít lze i odměrné stanovení s dusičnanem stříbrným či iontový chromatograf.

Bude-li z průmyslového podniku unikat vzduch kontaminovaný chlorovodíkem například v koncentraci $10 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, bude ohlašovací práh 10 000 kg představovat jednu miliardu m^3 takto kontaminovaného vzduchu (za stejného tlaku a teploty jako byl uveden koncentrační údaj).

Další informace, zajímavosti

Obr. 1 ukazuje vztahy mezi koncentrací chloru a možným ohrožením. Graf je k dispozici na webových stránkách agentury EPA (USA).



Obr. 1. Vztahy mezi koncentrací chloru a možným zdravotním rizikem.

Informační zdroje

- Pitter P: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT Praha, 1999
- Skácel F.: Analýza ovzduší, Vydavatelství VŠCHT Praha, 2002
- EPA: Pollutants and Toxics, <http://cfpub1.epa.gov/>
- Encyklopedie Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Chlorine>
- Encyklopedie Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrochloric_acid
- Environmental Agency, <http://www.environment-agency.gov.uk/>
- Hazardous Substance Fact Sheet, New Jersey Department of Health and Senior Services, <http://www.state.nj.us/health/eoh/rtkweb/rtkhsfs.htm>
- Scorecard, The Pollution Information Site, <http://www.scorecard.org/chemical-profiles/index.tcl>
- Acron University Database, <http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/chemicals/7/6573.html>
- Ekotoxikologická databáze, <http://www.piskac.cz/ETD/>
- Databáze Eurochem, <http://www.eurochem.cz>