

Kyanovodík

další názvy	kyselina kyanovodíková, formonitril
číslo CAS	74-90-8
chemický vzorec	HCN
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	200
do vody (kg/rok)	-
do půdy (kg/rok)	-
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	-
rizikové složky životního prostředí	ovzduší
věty R	
R12	Extremně hořlavý
R26	Vysoce toxický při vdechování
R50/53	Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.
věty S	
S1/2	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí.
S7/9	Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě.
S16	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení – Zákaz kouření.
S36/37	Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice.
S38	V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů.
S45	V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).
S60	Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad.
S61	Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy.

Základní charakteristika

Kyanovodík je za normálních podmínek bezbarvá těkavá kapalina (teplota varu je 26,5 °C) s intenzivním pachem hořkých mandlí. Je slabou kyselinou, při rozpouštění ve vodě se částečně přeměňuje na kyanidový iont. Páry kyanovodíku jsou hořlavé a potenciálně výbušné. Soli kyanovodíku, kyanidy, jsou rovněž často využívány k různým účelům. Stačí pouze změna pH (okyselení) a uvolňuje se z nich kyanovodík. Proto nelze jednoznačně a striktně oddělit kyanovodík a jeho soli jako dvě samostatné látky. V následujícím textu je kladen důraz na kyanovodík, avšak z výše uvedeného důvodu nelze informace považovat za striktně se týkající pouze kyanovodíku (zejména použití a dopady na zdraví a životní prostředí).

Použití

Hlavním využitím kyanovodíku je **výroba organických chemikálií** (např. akrylonitril, methylnmethakrylát, adiponitril), které se dále používají pro výrobu syntetických vláken a plastických hmot (např. akrylových pryskyřic). Je výchozím činidlem také pro výrobu kyanidu sodného, kyseliny nitrilotrioctové, chelatačních činidel a řady dalších látek. Kyanovodík se dále využívá **při různých průmyslových procesech** (kalení oceli, barvení a při výrobě výbušnin). Je také účinným **deratizačním a insekticidním prostředkem**.

Zdroje emisí

Významným zdrojem emisí kyanovodíku je **metalurgický průmysl**. Kyanovodík se uvolňuje během činností, které zahrnují používání kyanovodíku nebo jeho solí. Jedná se zejména o **těžbu kovů (kyanidové loužení), hutnictví, galvanické pokovování, tvrzení kovů, zplyňování uhlí, koksárenství a využití kyanidových sloučenin jako kouřových desinfekčních prostředků**. Dalším zdrojem je chemický průmysl. Kyanovodík vzniká **při hoření plastů s obsahem dusíku** - polyamidu (silon, nylon), polyuretanu (molitan), močovinoformaldehydové pryskyřice (umakart, lepidla, laky), akrylátbutylstyrenu (palubní desky automobilů), peroxyacetylnitrátu, vlny, peří, přírodního hedvábí atd. Proto se vysoké koncentrace HCN uvolňují **při požárech obchodů s oděvy a koberci, při požárech interiérů automobilů a letadel i při každém bytovém požáru**. Vznikat může také při **spalování komunálního odpadu nebo na skládkách přeměnou kyanidových odpadů**. Je obsažen i v tabákovém kouři a ve výfukových plynech automobilů. Uvolňuje se také při detonaci výbušnin, např. trinitrofenolu.

Kyanovodík může vznikat i přirozenými procesy. Do atmosféry se může dostávat spalováním biomasy, vulkanickou činností a přirozenými biogenními procesy rostlin a bakterií. Mohou ho také produkovat některé houby (špička), které tak zamezují výskytu dalších druhů hub. Vyskytuje se také v malém množství v peckách plodů (třešně, meruňky) a v mandlích.

Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje kyanovodíku patří:

- těžba a zpracování kovů;
- koksárenství, zplyňování uhlí;
- chemický průmysl;
- spalování plastů s obsahem dusíku.

Dopady na životní prostředí

Kyanovodík se vyskytuje ve vzduchu volně, v menším množství se může vázat na částice aerosolu. Poločas odstranění kyanovodíku z atmosféry je 1 - 3 roky. Atmosférickou depozicí se dostává do vody nebo půdy, kde se může přeměňovat na kyanidy. Většina kyanidů z povrchových vod časem odtéká ve formě kyanovodíku. Kyanidy v půdě mohou opět odtékat jako kyanovodík do ovzduší, mohou být vyplaveny vodou do hlubších vrstev nebo se mohou mikrobiální činností přeměnit na jiné formy. **Ve vyšších koncentracích jsou kyanidy pro půdní organismy silně toxické. Kyanovodík je v různé míře toxický pro všechny organismy. Silně toxický je zvláště pro organismy vodní.**

Dopady na zdraví člověka, rizika

Do organismu proniká kyanovodík velmi rychle všemi cestami - sliznicemi, kůží i plícemi. Kyanovodík může velmi lehce pronikat buněčnými membránami, neboť se při fyziologickém pH vyskytuje převážně v nedisociovaném stavu. Kyanidový iont má vysokou afinitu k železitým iontům. Po průniku do buňky velmi rychle reaguje s trojmocným železem enzymu cytochromoxidasy dýchacího řetězce v mitochondriích. Je tak zablokován přenos elektronu na molekulární kyslík, který pak nemůže být využit pro oxidační pochody. Vzhledem k tomu, že tkáň nemohou zpracovávat kyslík, obsahuje i žilní krev mnoho oxyhemoglobinu a je tudíž světle červená. Barva kůže je proto růžová.

Kyanovodík patří k nejrychleji působícím jedům. Nejrychlejší je průběh otravy po inhalaci par kyanovodíku - **smrt nastává v průběhu několika sekund.** Při požití anorganických kyanidů se kyanovodík uvolňuje působením kyseliny chlorovodíkové v žaludku a první příznaky otravy se objeví po několika minutách. Po požití nitrilu nebo amygdalinu z rostlinných zdrojů se otrava začíná projevovat až po určité době latence - od čtvrt hodiny po hodinu. Smrtnou dávkou kyanovodíku pro člověka je 50 mg, v případě kyanidu draselného 200 mg. Otrava se začíná projevovat nejprve u tkání s největšími nároky na kyslík. Nejcitlivější je nervová tkáň - prvními příznaky při otravě kyanidy jsou únava, bolesti hlavy, hučení v uších a nevolnost. Po inhalaci kyanovodíku se rychle dostavuje závrať, zmatenost, křeče, zvracení, tachykardie, bezvědomí a bleskově dochází ke smrti zástavou dýchání. Smrt nastává jako důsledek nedostatku kyslíku v životně důležitých centrech v prodloužené míše. **Nízké koncentrace kyanovodíku (20 – 40 mg.m⁻³) dráždí spojivky a dýchací cesty.**

V České republice platí pro koncentrace kyanovodíku následující limity v ovzduší pracovišť: PEL – 3 mg.m⁻³, NPK - P – 10 mg.m⁻³.

Kyanovodík je velmi hořlavý a při koncentracích nad 5,5 % obj. je výbušný.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Kyanovodík je velmi toxický plyn. Může způsobit smrt i při nízkých koncentracích a k otravě dochází okamžitě. Pro celkový stav životní prostředí sice nepředstavuje zvláštní rizika, avšak jeho toxikologické působení na živé organismy je velmi závažné.

Důvody zařazení do registru

- nařízení o E-PRTR
- rozhodnutí o EPER

Způsoby zjišťování a měření

Představu o úniku kyanovodíku si lze v provozu učinit z bilance surovin a produktu, přičemž je třeba uvážit i jeho případný přechod do formy kyanidů.

Při analytickém stanovení se kyanovodík ze vzduchu obvykle zachycuje v roztoku hydroxidu sodného nebo draselného. Koncentrace zachyceného kyanovodíku se poté stanovuje spektrofotometricky, kolorimetricky, potenciometricky nebo pomocí headspace plynové chromatografie.

Při koncentraci kyanovodíku v odpadním vzduchu 0,02 % obj. (dolní mez, při které již expozice obvykle přináší zdravotní potíže) je ohlašovací práh pro emise do

ovzduší dosažen při vypouštění přibližně 891 000 m³ odpadního vzduchu ročně (za teploty 20°C a tlaku 101,325 kPa).

Další informace, zajímavosti

Terapeutický zásah při otravě kyanovodíkem musí být velice rychlý, aby vůbec léčba měla smysl. Je třeba rychle dodat dostatečné množství železitých iontů, aby se přerušila vazba kyanidů na cytochromoxidasu. Účinným opatřením je podání dusitanů, které oxidují železnatý iont hemoglobinu na železitý a obnovují tak funkci cytochromoxidasy. Terapeuticky podaná síra v podobě thiosíranu sodného umožní další detoxikaci kyanidů. Kyanidové ionty, které se pomalu uvolňují z kyanmethemoglobinu, se následně sloučí s thiosíranem sodným a vyloučí močí.

V terapii se pak nově využívá ještě vazby kyanidového iontu na hydroxykobalamin za vzniku vitamínu B12, stabilního komplexu kyanokobalaminu. Jde o léčbu bez rizika, problémem je spíše vysoká cena léku.

Informační zdroje

- Encyklopedie Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrocyanic_acid
- Occupational Safety & Health Administration
<http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/hydrogencyanide/recognition.html>
- http://www.biotox.cz/toxikon/anorgan/ja_4a.htm
- Ministerstvo zdravotnictví České republiky
<http://www.mzcr.cz/index.php?words=kyanovod%EDk>
- IPCS INCHEM, <http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad61.htm#5.2>
- Agency for toxic substances and disease registry
<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg8.html>, <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts8.html>

