

Rtuť a její sloučeniny (jako Hg)

další názvy	sloučeniny rtuti - kalomel, sublimát, fulminát
číslo CAS	7439-97-6
chemický vzorec	Hg
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	10
do vody (kg/rok)	1
do půdy (kg/rok)	1
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	5
rizikové složky životního prostředí	vzduch, voda, půda
věty R* (chlorid rtuťnatý, CAS: 7487-94-7)	
R28	Vysoce toxický při požití
R34	Způsobuje poleptání.
R48/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R50/53	Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.
věty S* (chlorid rtuťnatý, CAS: 7487-94-7)	
S1/2	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí.
S36/37/39	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.
S45	V případě úrazu, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).
S60	Tento materiál nebo jeho obal musí být zneškodněn jako nebezpečný odpad.
S61	Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy.

*- R a S věty jsou uvedeny pro chlorid rtuťnatý jako příklad sloučeniny rtuti.

Základní charakteristika

Rtuť je jediný kov, který je za normálních podmínek tekutý (teplota tání činí -38.83°C). Je poměrně špatným vodičem tepla, ale dobrým elektrickým vodičem. Rtuť snadno tvoří slitiny (amalgámy) skoro se všemi běžnými kovy, včetně stříbra, hliníku a zlata. Se železem však slitinu netvoří. Běžným oxidačním stavem je +1 a +2, výjimečně se vyskytuje ve stavu 3+.

Použití

Rtuť se používá primárně **na výrobu průmyslových chemikálií a v elektronice a elektrotechnice**. **Malé elektrické články** obsahující rtuť se často používají např. v naslouchacích přístrojích, kamerách, hračkách, malých přenosných radiopřijímačích, kalkulačkách, měřicích přístrojích, detektorech kouře a radiomikrofonech. **Svítilna** s obsahem rtuti (zářivky, rtuťové lampy) mají vyšší světelnou účinnost než klasické žárovky

s wolframovým vláknem. Používají se pro vnitřní i vnější osvětlení, v promítacích přístrojích a v reflektorech, ve zdravotnictví, laboratořích, při fotografování apod. Elementární rtuť se používá jako **náplň teploměrů a tlakoměrů** na měření atmosférického tlaku. Dobré elektrické vodivosti rtuti se občas využívá ke konstrukci sklopných spínačů elektrického proudu.

Značné použití má rtuť také **při výrobě amalgámů**, např. zubařského amalgámu. Tvorby amalgámu se zlatem se využívá při těžbě zlata z rud o vysoké kovatosti. Velkým problémem tohoto způsobu těžby je fakt, že dochází ke kontaminaci životního prostředí vysoce toxickou rtutí. Sodíkový amalgám vzniká **při elektrolýze chloridu sodného s použitím rtuťové katody** a dále se používá k výrobě hydroxidu sodného a plynného chloru. **Rtuť se používá také jako katalyzátor při výrobě uretanové pěny a antrachinonu.** Některé léky (diuretika, antiseptika, dermatologika) obsahují rtuť nebo její sloučeniny. Bývá obsažena jako **antibakteriální a fungicidní přísada v nátěrových hmotách**, vyskytuje se i v mazacích olejích. Rtuť nalézá uplatnění v analytické chemii. V polarografii se využívá **rtuťová elektroda, často používanou referenční elektrodou je kalomelová elektroda** (z chloridu rtuťného). Další uplatnění nalézá kalomel v gravimetrické analýze platinových kovů, kde působí jako selektivní redukční činidlo. Chlorid rtuťnatý (sublimát) byl dříve používán jako součást jedů na hlodavce a k moření obilí. Fulminát rtuťnatý (azid rtuti) je znám jako třaskavá rtuť. Tato sloučenina slouží k výrobě pyrotechnických rozbušek.

Zdroje emisí

Většina emisí rtuti je antropogenního původu. Přibližně 80% rtuti uvolňované lidskou činností je emitováno do vzduchu ve formě kovové rtuti. Primárním zdrojem je **spalování fosilních paliv a odpadů.** Významné jsou **emise způsobené těžbou a zpracováním rud s obsahem rtuti.** Zhruba 15% celkových emisí rtuti se dostává do půdy z **hnojiv, fungicidů, komunálního odpadu** a atmosférickou depozicí. Zbývajících 5% je uvolňováno do vody prostřednictvím průmyslových odpadních vod. Přirozenými zdroji rtuti v prostředí je zvětvávání přírodních ložisek a sopečné výbuchy.

Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje rtuti patří:

- spalování fosilních paliv a odpadů;
- emise spojené s těžbou a zpracováním rud s obsahem rtuti;
- používání hnojiv a fungicidů s obsahem rtuti.

Dopady na životní prostředí

Většina rtuti v prostředí se vyskytuje ve formě kovové rtuti nebo anorganických sloučenin. Kovová rtuť je za normálních podmínek kapalná, dochází však k částečnému odpařování. Ve vzduchu může docházet k přeměnám na jiné formy a rtuť může být transportována na velké vzdálenosti. Některé mikroorganismy (bakterie, fytoplankton, plísňe) mohou přeměňovat anorganickou rtuť na organické sloučeniny. Rtuť setrvává v prostředí po dlouhou dobu, zvláště pokud je navázána na malé půdní částice. Tyto částice obvykle zůstávají na povrchu sedimentů a půd a nepřecházejí do podzemních vod. Ve vodním prostředí se usazují na dně. Organická rtuť se **může hromadit v potravních řetězcích**, zatímco anorganická rtuť do potravních řetězců nevstupuje. Popsanou vlastnost lze nazývat bioakumulací. Nejvyšší obsahy organické rtuti v těle se nacházejí u mořských ryb, vysoké koncentrace rtuti mohou obsahovat i houby. Naopak, akumulace v rostlinách není příliš vysoká.

Dopady na zdraví člověka, rizika

Toxicita jednotlivých sloučenin rtuti je závislá především na jejich rozpustnosti ve vodě. Z tohoto pohledu jsou nejvíce rizikové sloučeniny dvojmocné rtuti Hg^{2+} . Naopak **toxicita samotné elementární rtuti je prakticky nulová**, protože jen obtížně vniká do organických tkání. Mnohem škodlivější jsou její páry, které se však do ovzduší dostávají velmi pomalu (bod varu rtuti je $357\text{ }^{\circ}C$). **Páry rtuti jsou těžší než vzduch a proto se mohou hromadit v špatně odvětrávaných níže položených oblastech. Zvláště nebezpečné jsou organokovové sloučeniny rtuti**, které se mohou snadno dostat do živých tkání a to například i pouhým stykem s pokožkou. Tyto sloučeniny se dostávají do životního prostředí například rozkladem různých organických sloučenin s obsahem rtuti nebo i metabolickými pochody mikroorganismů při styku s rtutí. Nejčastěji uváděným příkladem je **dimethylrtuť** (kapalná látka), u které je jako smrtelná dávka pro dospělého člověka uváděno množství pouze 0,1 ml.

Z potravin jsou rizikovým faktorem z hlediska obsahu rtuti především vnitřnosti (játra, ledviny) nebo ryby, které byly kontaminovány rtutí při svém růstu. Rizikové mohou být i zemědělské plodiny, pěstované na půdě zamořené rtuťnatými sloučeninami ať již z průmyslových zdrojů nebo nevhodně použitými přípravky k hubení zemědělských škůdců.

Rtuť patří mezi prvky, jejichž vliv na zdravotní stav lidského organismu je jednoznačně negativní. Je kumulativním jedem, z organismu se vylučuje jen velmi pozvolna. **Koncentruje se především v ledvinách a v menší míře i v játrech a slezině.** V ledvinách může setrvat až desítky let. Právě ty jsou při chronické otravě rtutí nejvíce ohroženy. Projevy chronické otravy bývají často nespecifické - od studených končetin, vypadávání vlasů, přes zažívací poruchy, různé neurologické a psychické potíže až po závažné stavy jako například chudokrevnost, revmatické choroby či poškození ledvin. Chronická expozice také může způsobovat vypadávání zubů, vyrážky, svalový třes, ztrátu paměti, změny v chování a poškození mozku a centrální nervové soustavy. **Při jednorázové vysoké dávce rtuti se dostávají bolesti břicha, průjemy a zvracení.** Rtuť může mít také vliv na plodnost. **Organické sloučeniny rtuti způsobují poškození mozku a nervové soustavy.** Nejohroženější skupinou jsou kojenci a nenarozené děti. Příznaky otravy jsou následující: **poruchy řeči, sluchu, chuze a periferního vidění, narušení koordinace pohybů a svalová slabost.** Akutní expozice parám rtuti může způsobit zánět plic, poškození ledvin a zvýšení krevního tlaku.

V České republice platí pro koncentrace rtuti a jejích sloučenin následující limity v ovzduší pracovišť:

pro rtuť: PEL – $0,05\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, NPK - P – $0,15\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$;

pro alkylosloučeniny rtuti: PEL – $0,01\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, NPK - P – $0,03\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

pro anorganické a arylsloučeniny rtuti: PEL – $0,05\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$,
NPK - P – $0,15\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Rtuť je **jeden z nejtoxičtějších prvků**. Vyskytuje se ve všech složkách životního prostředí. Anorganické **sloučeniny** rtuti se mohou například činností mikroorganismů přeměňovat na **organické**, které se mohou **hromadit v potravním řetězci a jsou celkově nebezpečnější.**

Důvody zařazení do registru

- nařízení o E-PRTR
- rozhodnutí o EPER
- CLRTAP
- zákon č. 254/2001 Sb. (příloha č. 1)
- vyhláška č. 356/2002 Sb. (příloha č. 1)
- vyhláška č. 221/2004 Sb. (příloha č. 2)
- vyhláška č. 232/2004 Sb. (příloha č. 1)

Způsoby zjišťování a měření

Množství vypouštěné rtuti je možné odhadnout z rozdílu mezi koncentrací rtuti v surovině a v produktu. Ke stanovení obsahu rtuti lze využít tzv. techniku studených par rtuti, což je speciální provedení metody atomové absorpční spektrometrie využívající vypařování rtuti. Měření mohou provést komerční laboratoře nebo se lze obrátit na specializovaná pracoviště (např. centrální laboratoře atomové spektrometrie VŠCHT Praha).

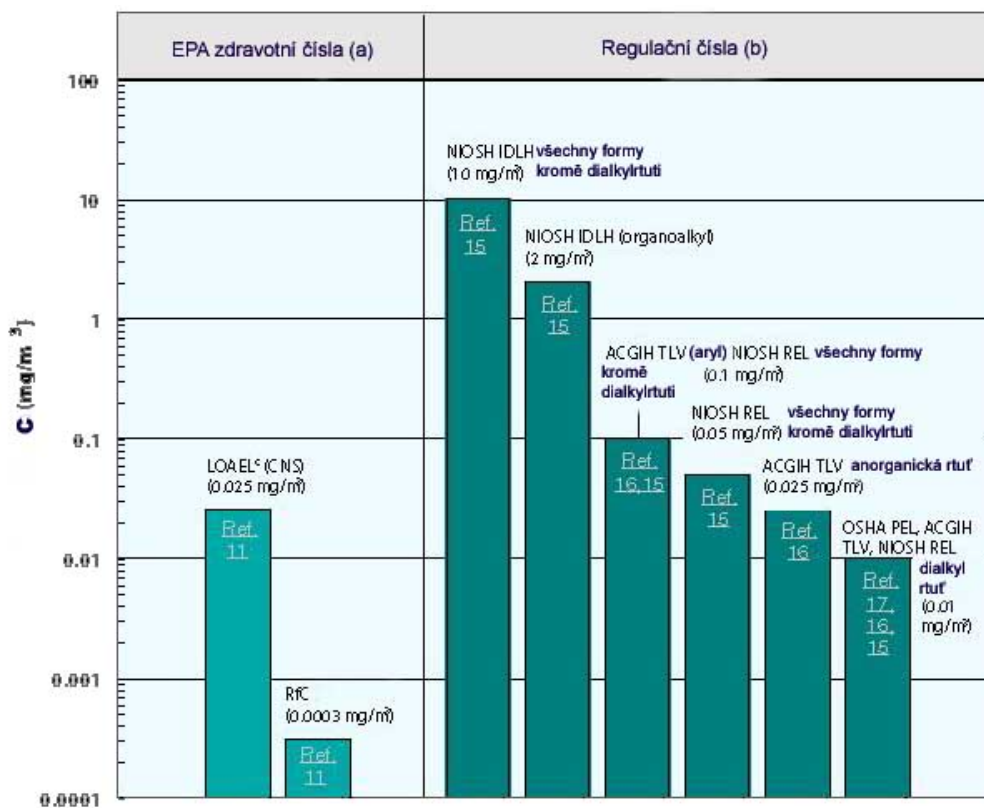
Ohlašovací práh pro emise do vody je dosažen například při vypouštění 1000 m³ odpadní vody o koncentraci rtuti 1 mg.l⁻¹. Práh pro emise do ovzduší je dosažen například při vypouštění 1 000 000 m³ odpadního vzduchu o koncentraci 10 mg.m⁻³.

Další informace, zajímavosti

V běžném životě se s rtutí nejčastěji setkáváme v podobě dentálního amalgámu, který se používá v zubním lékařství jako velmi odolná výplň zubu po odstranění zubního kazu. V současné době se používají amalgámy, které vzniknou smísením rtuti se slitinou stříbra, mědi a cínu. Poměr posledních tří prvků se liší podle jednotlivých výrobců a obchodních značek. Dentální amalgám musí splňovat řadu přísných kritérií. Rychlost tuhnutí musí být taková, aby lékař měl dostatek času plombu do zubu správně zasadit a mechanicky upravit, současně by však již po hodině až dvou měla být natolik tvrdá, že ji pacient může používat. Během tvrdnutí nesmí docházet k velkým rozměrovým změnám amalgámu – při expanzi by hrozilo roztržení zubu, při zmenšení objemu by plomba vypadávala. Amalgám musí být co nejvíce chemicky odolný vůči prostředí v lidských ústech, aby nedocházelo k uvolňování rtuti a zbylých kovů do organismu. Přestože se v současné době používá amalgám v dentální medicíně stále méně a je nahrazován různými plastickými polymery, jsou jeho mechanické vlastnosti stále nejlepší ze všech zubních výplní. Používá se především k výplním stoliček, kde nevadí jeho tmavá barva, ale plně se uplatní tvrdost a dlouhodobá mechanická odolnost.

Nejznámějším případem otravy rtutí je tzv. nemoc Minamata. V padesátých a šedesátých letech minulého století vypouštěla japonská chemická továrna do vody odpady s obsahem rtuti. Onemocnělo 2955 lidí, z toho přes 900 lidí na následky otravy zemřelo.

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



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

Informační zdroje

- EPA: Pollutants and Toxics, <http://www.epa.gov/mercury>
- Encyklopedie Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Mercury>
- Harte J., Holdren C., Schneider R., Shirley Ch.: Toxics A to Z, A Guide to Everyday Pollution Hazards, University of California Press, 1991
- Weiner E. R., Applications of Environmental Chemistry, A Practical Guide for Environmental Professionals, Lewis Publishers, 2000
- Horáková M.: Analytika vody, VŠCHT Praha, 2003
- Pitter P.: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, 1999
- Ekotoxikologická databáze, www.piskac.cz/ETD
- Státní zdravotní ústav, www.szu.cz
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, <http://www.atsdr.cdc.gov>