

Tampere 5.4.1995

Alumiinifluoridit ja alumiinisulfaatti

PERUSTELUMUISTIO HTP-ARVOLLE

Yksilöinti ja ominaisuudet

Cas No:	7429-90-5 (alumiini)
EY No:	013-001-00-0
EINECS No:	
Kaava:	Al (alumiini)
Atomipaino:	26,98 (alumiini)
Tiheys:	2,7
Sulamispiste:	660 °C
Kiehumispiste:	2467 °C

Puhdas alumiini on vaalea, kevyt metalli, joka johtaa hyvin lämpöä ja sähköä. Ilmassa sen pintaan muodostuu ohut oksidikalvo.

Varoitusmerkki:	F (stabiloimaton alumiinijauhe)
R-lauseet:	15-17
S-lauseet:	7/8-43

Esiintyminen ja käyttö

Maankuoresta on noin 8 % alumiinia. Se esiintyy luonnossa epäorgaanisina yhdisteinään. Metallisen alumiinin valmistukseen käytetään alumiinioksidia, joka esiintyy kahtena isomeerina alfa- Al_2O_3 ja gamma- Al_2O_3 .

Metallista alumiinia käytetään moniin eri tarkoituksiin, kuten pakkausmateriaalina, ajoneuvojen runkomateriaalina, lentokoneissa ja rakennuspaneelissa. Hienojakoista alumiinijauhetta käytetään pyrotekniisiin tarkoituksiin, räjähteiden aineosana ja pigmenttinä.

Työilmapitoisuudeksi on pyroteknisen alumiinijauheen käsittelyssä mitattu 0,2–100 mg/m^3 . Alumiinimetallin hionnassa on mitattu 0,1–2,7 mg/m^3 pitoisuuksia. Hitsauksessa on mitattu eri tutkimuksissa esimerkiksi 1,4–4 mg/m^3 keskipitoisuuksia. Hitsausuurut ovat alumiinioksidia ja alumiinia.

Aineenvaihdunta

Alumiinia imeytyy hengitysteitse verenkiertoon. Pieni määrä suolistoon joutuneesta alumiinista voi myös imeytyä verenkiertoon. Esimerkiksi alumiinihitsauksessa kudosten alumiinikuorma näyttää kasvavan suorassa suhteessa altistusajan keston. Alumiini kertyy elimistössä etenkin keuhkoihin, luustoon ja lihaksiin, mutta myös aivoihin ja muihin elimiin.

Erittyminen tapahtuu pääasiassa munuaisten kautta virtsan mukana. Alumiinin hitsausuuruja hengitettäessä eliminaation puoliintumisaika riippuu altistuksen kestosta. Aiemmin altistumattomilla puoliintuminen tapahtuu 1 päivän altistumisen jälkeen noin kahdeksassa tunnissa, alle vuoden altistumisen jälkeen noin 9 päivässä ja yli 10 vuotta altistuneilla yli 1 kk:n jälkeen.

Osa erityksestä tapahtuu sappeen.

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat havainnot

Alumiinin kertyminen on poikkeuksellisen voimakasta munuaistautipotilailla, joiden dialyysinesteestä ei erikseen ole poistettu alumiinia. Kertyminen on tällöin johtanut aivosairauteen (ns. dialyysienkefalopatia), anemiaan, luustosairauteen (ns. osteomalasia) nivelsairauteen tai vastaavaan.

Keskeiset liika-altistumisen kohde-elimet ovat keskushermosto ja hengityselimet. Keuhkojen sidekudoskasvua (ns. fibroosi tai aluminoosi) on havaittu työntekijöillä, jotka ovat altistuneet alumiinin työilmapitoisuudelle 0,2–10 mg/m^3 pyroteknisen jauheen käsittelyssä. Yksittäistapauksissa alumiinin on katsottu aiheuttaneen sarkoidoosin kaltaista keuhkojen granulomatoosisairautta ja hiontapölyn aiheuttamaa keuhkorakkuloiden valkuaisainekertymää (ns. alveolaarinen proteinoosi) tai keuhkofibroosia.

Yhdeksällä alumiinioksidille altistuneella todettiin myös keuhkofibroosia, kun työilman alumiinipitoisuus oli 0,2–45 mg/m³ (Jederlinic ja muut, 1990).

Tapausselostusten mukaan alumiinihitsauksessa syntyvät haurut ovat aiheuttaneet keuhkofibroosia, kroonista interstitiä keuhkokuumetta ja keuhkogramuloomia.

Kirjallisuudessa on myös kuvattu tapaus, jossa voimakkaasti altistuneelle työntekijälle kehittyi keuhkofibroosin lisäksi nopeasti etenevä aivosairaus (enkefalopatia). Altistuneen työntekijän keuhkojen ja aivokudoksen alumiinipitoisuus oli kaksikymmenkertainen altistumattomiin nähden, ja muissakin kudoksissa havaittiin merkittävästi kohonneita alumiinipitoisuuksia (McLaughlin ja muut, 1962).

Alumiinia keskimäärin kolmesta vuotta hitsanneilla todettiin merkittävästi enemmän hermostollisia oireita kuin rautaa hitsanneilla (Sjögren, 1990). Äskettäisessä suomalaisessa tutkimuksessa havaittiin alumiinihitsaajilla negatiivinen tilastollinen yhteys neljässä muistitestissä saatujen suorituspisteiden ja virtsan alumiinipitoisuuden välillä, ja positiivinen, tilastollisesti merkitsevä yhteys reaktioaikojen vaihtelevuuden ja seerumin alumiinipitoisuuden välillä (Riihimäki ja muut, 1992). Hitsaajat olivat altistuneet keskimäärin 1,4 mg/m³ ilman sisäänhengittävälle alumiinipitoisuudelle, mistä laskettiin vuotuiseksi keuhkorakkuloiden alumiinikertymäksi noin 1000 mg. Tutkitut olivat altistuneet hitsaushuuruille 4 vuoden ajan.

Vuosina 1944–1979 käytettiin kanadalaisissa kaivoksissa kivipölynsairauden ehkäisyyn ns. McIntyre-jauheen hengittämistä. Jauhe sisälsi alumiinia ja alumiinioksidia ilmeisesti suhteessa 15:85. Kaivosmiehet hengittivät tätä jauhetta 10 minuutin ajan ennen työvuoron alkua, ja ilmapitoisuudeksi on laskettu 30 mg/m³. Tutkittaessa jälkepäin 261 näin altistunutta kaivos miestä havaittiin psykometrisissa testeissä alentunut suorituskyky, joka oli annoskertymään verrannollinen. Arvioitu vuotuinen keuhkorakkulataso alumiinikertymä oli 375 mg (Rifat ja muut, 1990.)

Alumiinifluorideille ja alumiinisulfaateille altistuneilla on havaittu keuhkoputkien supistumistaipumusta ja astmaa. Ruotsalaisessa alumiinifluoridia tuottavassa tehtaassa todettiin vv. 1975–76 astma kolmellatoista yhteensä 35–40 työntekijästä. Työilman alumiinipitoisuus oli keskimäärin 3–6 mg/m³. Korjaustoimin altistustaso saatiin laskettua 0,4–1,0 mg/m³:ksi, minkä jälkeen vuosina 1978–82 ilmaantui ainoastaan kaksi uutta astmatapausta (Simonsson ja muut, 1985).

Alumiinisulfaatin tuotannossa havaittiin astma neljällä työntekijällä 37:stä vv. 1971–80. Työilman alumiinipitoisuus oli 0,2–4 mg/m³ (Simonsson ja muut, 1985).

Myös kaliumalumiinifluoridi on aiheuttanut astmaa ja keuhkoputkien supistumisherkkyyttä viidellä seitsemästä altistuneesta työntekijästä noin 1 mg/m³ työilmapitoisuudella (Hjortsberg ja muut, 1994).

HTP-arvon perusteet

Alumiinifluoridien ja alumiinisulfaatin raja-arvoja asetettaessa keskeisiä ovat niiden keuhkoputkien supistumisherkkyyttä ja astmaa aiheuttavat vaikutukset, joita voi esiintyä, mikäli työilman alumiinipölypitoisuus ylittää 1,0 mg/m³.

Eri maissa on voimassa seuraavanlaisia alumiinin liukoisten yhdisteiden työilman raja-arvoja:

Asettaja	Vuosi	Keskiarvotusaika		
		8 h mg/m ³	15 min mg/m ³	Hetkellinen mg/m ³
Suomi (HTP)	1993	2	–	–
Norja	1991	2	–	–
Ruotsi	1993	2	–	–
Tanska	1992	2	–	–
Saksa	1994	–	–	–
Englanti	1993	2	–	–
Yhdysvallat	1989	2	–	–
ACGIH	1994	2	–	–
Ehdotus (HTP)	1994	1,0	–	–

(alumiinifluoridit ja alumiinisulfaatti,
Al:ksi laskettuna)

Viitteet

Hjortsberg, U., Örbäck, P., Arborelius, M. ja muut (1994): Upper Airway Irritation and Small Airways Hyperreactivity due to Exposure to Potassium Aluminium Tetrafluoride Flux: an Extended CASE Report, *Occup Environ Med* 51, 706–709

Jederlinic, PJ., Abraham, JL., Churg, A., Himmelstein, JS., Epler, GR., Gaensler, EA. (1990): Pulmonary fibrosis in aluminum oxide workers. *Am Rev Respir Dis* 142, 1179–1184

McLaughlin, AIG., Kazantzis, G., King, E., Teare, D., Porter, RJ., Owen, R. (1962): Pulmonary fibrosis and encephalopathy associated with the inhalation of aluminium dust. *Br J Ind Med* 19, 253–263

Rifat, SL., Eastwood, MR., Crapper McLachlan, DR., Corey, PN. (1990): Effect of exposure of miners to aluminium powder. *Lancet* Nov 10, 1162–1165

Riihimäki, V., Aitio, A., Engström, B. ja muut (1992): Alumiinille altistuminen työssä ja terveys. Loppuraportti Työsuojelurahastolle, Helsinki 1992

Simonsson, BG., Sjöberg, A., Rolf, C., Haeger-Aronsen, B. (1985): Acute and long-term airway hyperreactivity in aluminium-salt exposed workers with nocturnal asthma. *Eur J Respir Dis* 66, 105–118

Sjögren, B., Gustavsson, P., Hogstedt, C. (1990): Neuropsychiatric symptoms among welders exposed to neurotoxic metals. *Br J Ind Med* 47, 704–707

ETPS-työryhmän kannanotto siitä, onko dokumentissa sellaista tutkimustietoa, jonka perusteella olisi aihetta muuttaa voimassa olevaa HTP-arvoa, mikä on $0,15 \text{ mg/m}^3$ (8 h), $0,45 \text{ mg/m}^3$ (15 min).

(Työpaikan ilman epäpuhtaudet, Turvallisuustiedote 3, Työsuojeluhallitus, Tampere 1981)

1. Dokumentissa on tutkimustietoa , jonka perusteella on syytä tarkistaa HTP-arvoa.

Perustelu:

2. Dokumentissa on runsaasti uutta tutkimustietoa, mutta tässä vaiheessa ei ole aihetta muuttaa HTP-arvoa.
3. Dokumentissa ei ole sellaista tutkimustietoa, joka antaisi aihetta HTP-arvon muuttamiseen.
4. Dokumentin mukaan käytettävissä oleva tutkimustieto on riittämätön HTP-arvon arviointiin.