



# **TIG-MAX**

**Höyryjen analyysi ja tulkinta**

## Taustatietoja

TIG-MAX on laite, joka tuottaa matalan jännitteen sähkövirtaa, jota käytetään sähköä johtavan harjan kanssa ja joka yhdistettynä sähköä johtaviin nesteisiin poistaa rautaoksidit ruostumattoman teräksen hitseistä. TIG-MAX on turvallisempi ja tehokkaampi tapa kuin perinteinen menetelmä, jossa rautaoksiditahrat pyyhitään pois peittauspastalla. Peittauspasta on luonnostaan vaarallista käyttäjälle ja lähistöllä oleville henkilöille, koska se sisältää fluorivetyhappoa ja typpi-happoa. Tämä aiheuttaa vakavan myrkytyksen vaaran hengitettäessä höyryjä ja kosketettaessa.

TIG-MAX:n tekniikkaan sovellettava parhaiten sähköä johtava ja oksidia poistava neste, joka antaa parhaimman lopputuloksen, pohjautuu ortofosforihappoon. TIG-MAX:n kehittäjät ja toimittajat valmistavat ortofosforihappoliuoksia, jotka tunnetaan nimellä TC-225 ja TC-275. Kun TIG-harjaa käytetään suositusten mukaisesti ruostumattoman teräksen TIG-hitsausaumoissa joko TC-225- tai TC-275-liuoksen kanssa, happoliuosta sisältävästä harjasta ja teräksestä vapautuu höyryjä.

## Tutkimuksen tavoite

Koska TIG-MAX:n käyttäjät ovat lähellä höyryjen vapautumispistettä, on järkevää tietää, mitä höyryt sisältävät ja mitä riskejä niistä koituu käyttäjälle ja ympäröivälle työalueelle. Riskin määrittämisestä voidaan käyttää asianmukaisten henkilönsuojaimien ja kohdepoiston valinnassa.

## Tutkimuksen hypoteesi

Kolme ainetta edistävät höyryjen muodostumista.

Aine 1: Ruostumaton teräs

Aine 2: TC-225 tai TC-275

Aine 3: TIX-MAX-kuidut

### Aine 1: Ruostumaton teräs

Ruostumaton teräs määritellään yleensä terässeokseksi, jonka massa sisältää vähintään 10 % kromia. Se on kiinteä aine, joka koostuu eri aineiden yhdistelmästä, kuten raudan, kromin, nikkelin, hiilen, mangaanin, piin, silikonin, fosforin ja rikin. Ruostumatonta terästä valmistetaan eri laatuina. Eri laatuojen ero on vaihtelevat alkuainepitoisuudet. Vaihtelemalla alkuainesuhteita saadaan metallille eri ominaisuuksia, kuten korroosionkestävyyttä, lämmönkestoa, hitsattavuutta, vahvuutta jne.

Yleisimmät ruostumattoman teräksen laadut ovat 304 ja 316. Alla olevasta taulukosta näet ei-rautapitoisten metallien osuuden.

Ruostumattoman teräksen laatu	% Cr	% Ni	% C	% Mn	% Si	% P	% S
304	18-20	8-10,05	0,08	2,0	0,75	0,045	0,03
316	16-18	10-14	0,08	2,0	0,75	0,045	0,03

Kunkin koostumuksen loppuosa koostuu raudasta.

Teräksen alkuainekoostumuksen tunteminen on tärkeä osa tätä tutkimusta, sillä kromi voi muodostaa ihmisen terveydelle vaarallisia yhdisteitä.

Huomaa: Tutkimuksessa käytettiin teräslaatuja 316.

### Aine 2: TC-225- tai TC-275-liuokset

Nämä liuokset ovat pääosin 50:50-yhdistelmä ortofosforihappoa ja vettä. Ne sisältävät pieniä määriä fenolivapaita pinta-aktiivisia aineita ja öljyä.

Todennäköiset höyryjen aiheuttajat tästä aineesta ovat vesi ja ortofosforihappo.

Tässä tutkimuksessa käytettiin liuosta TC-225, mutta liuoksen TC-275 tulosten odotetaan olevan vastaavia, koska liuokset ovat samankaltaisia.

### Aine 3: TIX-MAX-kuidut

Kuitujen höyryjen aiheuttaja on pääosin hiili, joka hajoaa hitaasti harjan kärjen ja ortofosforiliuoksen kaaren muodostumiskohdan korkean lämpötilan vuoksi. Kuitujen ei odoteta vaikuttavan merkittävästi höyryjen kehittymiseen johtuen niiden hyvin hitaasta hajoamisnopeudesta.

## Tutkimusmenetelmä

316-teräslevyn 10 cm:n pituisessa TIG-hitsausaumassa oli laajaa rautahapettumista hitsin päällä ja 5 mm:n alueella hitsauskaistaleen ympärillä. Rautahapettuminen näkyy ruskeana, punaisena tai mustana jälkenä.

TIG-MAX:n laajaa tehoaluetta voidaan muuttaa ruostumattoman teräksen laadun mukaan. Laitteessa on myös suurtehoasetus elektrolyyttistä kiillottamista varten. Asetusta 3C käytettiin tässä tutkimuksessa, sillä se on Ensitechin suositus käsiteltäessä tämänlaatuista terästä. Testauksen aikana hitsauksen jälkeiset rautahapettumiset poistuivat tehokkaasti.

TIG-MAX-tekniikkaan liittyy TIG-MAX-harjan upottaminen TC-225-liuokseen ja harjan kärjen vetäminen hitsausaumassa päällä ja ympärillä olevien tummumien yli. Sähkövirta luo ruostumattoman teräksen pinnalle korkean lämpötilan, joka nopeuttaa TC-225-liuoksen hapettumisen poistoa. Rautaoksidit liukenevat, jolloin vapautuu rautaioneita ja happea. Tämä prosessi on höyryjen aiheuttaja.

TIG-MAX:n normaalin käytön simuloimiseksi hitsiä puhdistettiin kaksi minuuttia ja harja kastettiin TC-225-liuokseen 20 sekunnin välein.

## Taulukko 1: TIG-MAX-höyryjen epäorgaanisten aineiden analyysi

TIG-MAX-höyryt kahden minuutin ajalta	Johdettu aineesta	
Alumiini	0,39 µg	TC-225
Boori	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Barium	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Kalsium	9,7 µg	TC-225
Kadmium	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Kromi	0,54 µg	Teräs
Kupari	0,60 µg	TC-225
Rauta	3,60 µg	Teräs
Magnesium	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Mangaani	0,03 µg	Ei merkitsevä
Natrium	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Kalium	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Nikkeli	0,05 µg	Teräs
Lyijy	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Sinkki	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Kloridi	100 µg	TC-225
Fluoridi	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Nitraatti	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Sulfaatti	< 0,01 µg	Ei merkitsevä
Fosfaatti	433 µg	TC-225

## Tulosten tulkinta

Tutkimuksen tulkinta höyryistä on kolmijakoinen

1. Höyryissä olevien aineiden määrittäminen
2. Pitoisuuksien määrittäminen kahden minuutin aikana esiintyneistä höyryistä Tämä analyysi antaa varmaa tietoa siitä, mille aineille käyttäjä altistuu, jos hän on yhteydessä höyryihin kahden minuutin ajan.

(Huomaa, että vaikka tämä ei ollut osa tutkimusta, höyryt koostuvat suurilta osin TC-225:n kuumentamisesta aiheutuvista vesihöyryistä). Kun harjaan asetetaan noin 2 ml TC-225-liuosta kerrallaan, suurin osa vedestä (noin 1 ml) muuttuu höyryksi, joka on suurin osa höyryjen koostumuksesta.

Analyysitaulukossa (taulukko 1) ilmenevien aineiden suhde on tyypillinen tapauksissa, joissa ruostumaton teräs ja fosforihappo altistuvat kuumuudelle. Fosforihapon keittämisestä aiheutuvat fosfaatit hallitsevat tuloksia.

TIG-MAX:n höyryistä aiheutuvat työpaikan vaarat johtuvat seuraavista aineista:

### 1. fosfaatti 2. kromi 3. alumiini 4. kupari 5. kloridi

#### Fosfaatti

Analyyseissä määritetty fosfaatti kertoo, että fosfori on tunnistettu. Tämä on fosforihapon hajoamisen johdannainen. Fosforia ilmenee enimmäkseen fosforipentaoksidihydriinä. Kaikkien muiden muotojen pitoisuus on hyvin alhainen, eivätkä ne ylitä pentaoksidin aiheuttamaa vaaraa. EU:n määritelmien mukaan työpaikan hengittämä fosforipentaoksidipitoisuus ei saa ylittää 2 mg/m<sup>3</sup>. Tutkimuksessa mitattu 433 µg (0,433 mg) oli ilmapilarissa, jonka arvioitiin olevan noin 200 litraa kahden minuutin aikana. Tämä tarkoittaa, että fosforipentaoksidilukema oli 2,2 mg/m<sup>3</sup>, mikä ylittää hieman EU:n rajan.

#### Kromi

Kromia havaittiin höyryissä kolmessa eri muodossa. Ensimmäinen ja vähäpitoisin määrä oli metalliroiskeet, jotka aiheutuvat, kun kromimetalli joutuu TIG-MAX:n luomaan lämpöön. Kuumuudella

on taipumus ionisoida useimmat kromiatomit, jolloin ilmaan pääsee kromioksideja. Metallimuodosta aiheutuu suhteellisen vähäinen vaara.

Seuraava muoto on kolmenarvoinen kromioksidi Cr2O3. Tässä tilassa ionisoitua kromia muodostuu helposti ja nopeasti TIG-MAX:n luomassa kuumuudessa. HSIS:n altistumisen raja-arvo on 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Jos koko tunnistettu kromipitoisuus olisi kolmenarvoista, pitoisuus olisi 0,54 µg/noin 200 l, joka vastaa arvoa 0,0027 mg/m<sup>3</sup>. Tämä alittaa huomattavasti HSIS:n suosituksen.

Kromin kolmenarvoisuus voi edelleen ionisoitua kuudenarvoiseen muotoon HCrO4. HSIS:n altistumisen raja-arvo 0,05 mg/m<sup>3</sup> kertoo, että kuudenarvoinen muoto on vaarallisempi kuin kolmenarvoinen muoto. Kromin kokonaispitoisuus 0,0027 mg/m<sup>3</sup> on kaukana HSIS:n raja-arvosta.

#### Alumiini

Alumiini voi olla myrkyllistä suhteellisen suurissa pitoisuuksissa. HSIS:n altistumisen raja-arvo on 2 mg/m<sup>3</sup>, kun kyseessä on sen myrkyllisin muoto. Tutkimuksessa tunnistettu pitoisuus 0,00195 mg/m<sup>3</sup> on huomattavasti alle rajan.

#### Kupari

Kupari höyrymuodossa voi olla myrkyllistä suhteellisen suurissa pitoisuuksissa. HSIS:n altistumisen raja-arvo on 0,2 mg/m<sup>3</sup>. Tunnistettu kuparipitoisuus 0,003 mg/m<sup>3</sup> on huomattavasti alle rajan.

#### Kloridi

Myrkyllisin kloridin muoto on fosgeeni, joka muodostuu, kun kloridit reagoivat hiilimonoksidin kanssa. Tätä ei tapahdu TIG-MAX-prosessissa. Todennäköisin kloridin muoto on rautakloridi, josta ei koidu vaaraa käyttäjälle. Kloridit eivät aiheuta merkittävää vaaraa.

## Johtopäätös

Tutkimus osoittaa, että käyttäjälle mahdollisesti vaarallisia aineita muodostuu. Kaikissa tapauksissa myrkyllisten aineiden pitoisuus oli alle HSIS:n altistumisen raja-arvojen alla, mutta fosforipentaoksidin pitoisuus ylittää hieman EU:n altistumisrajan. Lisäksi fosforipentaoksidi on vaarallista hengitettäessä ja ihokosketuksessa. Siksi TIG-MAX:n käyttäjien on suojattava hengitystiensä ja ihonsa TIG-MAX:n höyryiltä.

Tutkimuksessa mitattiin koko höyryvirran aineet niin kuin ne muodostuessaan olivat. Tässä tilassa höyryillä on suurimmat pitoisuudet eri aineita. Siksi höyryt eivät ole koko laajuudeltaan niin myrkyllisiä kuin tutkimuksessa käy ilmi.

Huomaa, että HSIS:n rajat ja ohjeet eivät ota huomioon ihmisiä, jotka ovat herkkiä tietyille kemikaaleille. Jos tällaisia herkkyyksiä on, edellyttää se asianmukaisten henkilönsuojaimien käyttöä.

Jos käyttäjä on pitkäaikainen TIG-MAX:n käyttäjä, hyvien turvallisuuskäytäntöjen mukaan tulisi käyttää hyvää kohdepoistoa, asianmukaista hengityssuojainta happojen ja epäorgaanisten kaasujen varalta ja välttää höyryjen hengittämistä mahdollisuuksien mukaan.

Esimerkkejä TIG-MAX:n kanssa käytettäviksi sopivista hengityssuojaimista:

3M, kokokasvo, 6000-sarja

3M, puolikasvo, 6000- ja 7500-sarja

Kumpaakin on käytettävä 3M 6057B-suodatinpatruunoiden kanssa ja P2-hiukkassuodattimen kanssa, esim. 3M 5925.

TIG-MAX:ia suljetuissa tiloissa käyttävien on käytettävä asianmukaisia henkilönsuojaimia, mukaan lukien yllä mainittuja vastaavia hengityssuojaimia.