

15. Sulan metallin lämpötilan mittaus

Raimo Keskinen

Peka Niemi - Tampereen ammattiopisto

Sulan lämpötila joudutan mittaamaan usean otteeseen valmistusprosessin aikana. Sula mitataan uunissa, sekä mm. sen kuljetuksen ja käsittelyn eri vaiheissa

Uppopyrometri

Sulan metallin lämpötila mitataan luotettavimmin termoelementillä, jota kutsutaan usein myös uppopyrometriksi. Nimitys johtuu siitä, että osa mittalaitteesta - anturi - on mittauksen ajaksi upotettu sulaan metalliin. Termoelementissä on kupu, joka suojaa kvartsiputken kuonan kosketukselta. Kun anturi painetaan kuonan lävitse sulaan metalliin, sulaa suojakupua pois. Jos metallipinta on kuonaton, voidaan mitata ilman suojakupua. Anturilla voidaan suorittaa useampia mittauksia.



Kuva. Sulan lämpötilaa mitataan uppopyrometrillä uunista

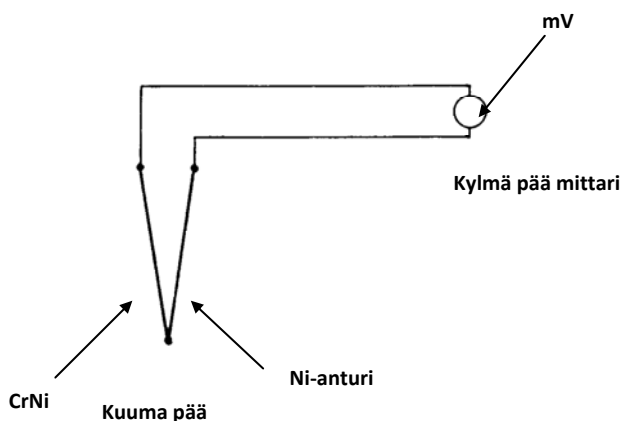


Kuva. Termoelementti

Sulaan metalliin upotettavassa päässä eli anturissa on lämpösähköpari eli termoelementti, joka muodostuu kahdesta eri metallia olevasta langasta. Lankojen liitoskohtaan syntyy heikko jänniteero, joka riippuu elementin kylmän ja kuumen pään välisestä lämpötilaerosta. Jännite-ero on suoraan verrannollinen lämpötilaeroon.

Metallilankojen liitoskohta asetetaan mitattavaan kohtaan ja toiset päät yhdistetään herkkään mV-mittariin, joka mittaa syntyvän jännitteen. Tavallisesti millivolttimittari on varustettu suoraan lämpötilan osoittavalla Celsius-asteikolla. Mittari voidaan sijoittaa sähköjohtimen avulla kauaksi mittauskohteesta.

Termoelementtien sallittu käyttölämpötila riippuu langan paksuudesta ja siitä onko kysymyksessä jatkuva vai yksittäinen mittaus.



Kuva. Uppopyrometri

Kuva. Uppopyrometrimittarin lämpötilalukema-asteikko

Koska anturi sijaitsee mitattavassa lämpötilassa, joutuu se toistuvien tai jatkuvien lämpörasitusten alaiseksi ja siinä tapahtuu tiettyä kulumista tai muuttumista.

Kestävyyden kannalta on edullista, että anturia pidetään sulassa vain niin kauan kuin mittaus vaatii.



Kuva. Termoelementti sulassa



Kuva. Termoelementtejä.

Termoelementtiä voidaan käyttää sekä suojaamattomana että suojattuna. Suojaamattomalla elementillä on etuna nopea lämpötilanmittaus, koska suojaputken hidastava vaikutus jää pois, mutta toisaalta mittaustulos on epätarkka.

Termoelementin kehittämä sähkömotorinen voima eli jännite riippuu sen muodostavien metallien laadusta ja lämpötilasta. Metalleissa olevat epäpuhtaudet vaikuttavat herkästi sähkömotoriseen voimaan. Elementtien suojaamiseksi ulkopuolisten aineiden vaikutukselta sekä mekaanisilta rasituksilta laitetaan ne tavallisesti suojaputkeen.

Mitattaessa sulametallien lämpötiloja käytetään yleensä siirrettäviä antureita. Kannettavaan mittalaitteeseen kuuluu suojaputki, kannatusvarsi, suokappale ja liitäntäjohto.

Matalissa lämpötiloissa sulaville metalleille käytetään termoelementeissä krominikkeli-nikkeli -paria (CrNi/Ni).

Rautametalleille soveltuu niiden korkean sulamislämpötilan vuoksi ainoastaan platina-platinarhodium -pari (Pt/PtRh).

Elementin kalleudesta johtuen on sen käytössä noudatettava tiettyä varovaisuutta.

Sen täytyy aina olla suojattu, sillä platina liukenee nopeasti rautaseoksiin. Myös rikki- ja hiilipitoiset aineet reagoivat herkästi platinan kanssa.

Tavallisesti käytetään halkaisijaltaan 6,5mm:n paksuista ja n. 85mm:n pituista kvartsiputkea suojaputkena. Suojaputki kestää yleensä vain 5-10 mittausta. Sen elinikä riippuu sulan metallipinnan puhtaudesta. Emäksinen kuona syövyttää sen heti pilalle ja muutkin kuonat tarttuvat lujasti sen pintaan rikkoen sen jäähtyessään.

Juotoskohdan vanhenemisesta ja kvartsiputken vaihtamisesta aiheutuvat haitat jäävät pois käytettäessä vaihdettavilla antureilla toimivia uppopyrometrejä. .

Anturin muodostaa U-muotoisen kvartsiputken sisässä oleva hyvin ohuesta langasta valmistettu Pt/PtRh-termoelementti, tulenkestävä sulkulevy sekä kvartsiputken päällä oleva peltinen suojuskupu. Tämä vaihtoanturi painetaan tiiviisti pyrometrin alapäähän, jolloin termoelementti kytkeytyy sähköisesti uppopyrometrin sisässä oleviin elementin jatkojohtoihin. Mittausta suoritettaessa suojaa peltikupu kvartsiputkea kuonan vaikutukselta, kun anturi painetaan kuonan lävitse sulaan metalliin. Metallia sulattaa suojuskuvun pois ja sula metalli pääsee vaikuttamaan kvartsianturiin.

Optinen pyrometri

Optisen pyrometrien toiminta perustuu mittavan kappaleen lähettämän säteilyn mittaukseen.

Jokainen kappale, jonka lämpötila on absoluuttisen nollapisteen yläpuolella, lähettää sähkömagneettista säteilyä. Sen voimakkuus eli intensiteetti on suoraan verrannollinen säteilevän aineen lämpötilaan.

Optisten pyrometrien etuina se ettei mittarin tarvitse koskettaa mitattavaa kohdetta. Toinen etu on, että mittaus voidaan kohdistaa tiettyyn kohtaan kappaleessa.

Optisen pyrometrien haittoihin kuuluvat vääristymät, jotka voivat syntyä joko mitattavaa kappaletta kuumempien säteilylähteiden heijastuksista sekä myös atmosfääri voi aiheuttaa vääristymiä.

Säteily koostuu eri aallonpituusalueilla olevasta säteilystä. Varsinaiseen lämpötilanmittaukseen käytetään vain joko näkyvän valon tai osaa infrapuna-alueen säteilystä. Riippuen siitä, mitä osaa näistä alueista käytetään, määritetään pyrometrin nimi tarkemmin (esim. infrapunapyrometri). Infrapunasäteily on näkyvän valonkaltaista, mutta pitemmän aallonpituuden johdosta sitä ei voi aistia kuten valoa.

Infrapunasäteilyyn perustuvia lämpömittareita voidaan käyttää hyvin laajalla lämpötila-alueella alkaen -40°C:sta yli 3000°C:een ulottuviin lämpötiloihin.

Tavallisesti optiset pyrometrit kuitenkin suunnitellaan suppeammalle, rajatulle mittausalueelle, koska siten tarkkuus saadaan paremmaksi. Mittaustarkkuus on tavallisesti 1,0-1,5% mittaoslukemasta. Periaatteessa yhteistä kaikille pyrometrityypeille on mittausetäisyydestä riippumaton toiminta kun vain etäisyysuhde säilytetään oikeana.

Lämpötilalukema on tavallisesti digitaalinen. Eräissä mittarityypeissä on muisti, joka pitää lukeman näkyvässä tietyn ajan. Lämpötilan nopeasti vaihtuessa laskee mittari lämpötilojen keskiarvon, ilmoittaa haluttaessa esiintyneet maksimi- ja miniarvot tietyn ajanjakson aikana.



Kuva. Lämpötilanmittaus senkasta.