

12 SÄHKÖLÄMPÖTEKNIikka

Juhani Kärnä

12.1 Mitä on sähkölämpötekniikka?

Sähkölämpötekniikoilla ymmärretään yleisesti niitä erilaisia sähkötekniisiä menetelmiä, joilla tuotetaan lämpöä teollisuuden prosesseihin.

Lisäksi sähkölämpötekniikoihin luetaan eräitä muita teollisuuden käyttämiä sähköisiä tuotantotekniikoita, jotka eivät ole luonteeltaan termisiä.

Sähkölämpöä voidaan käyttää myös tilalämmitykseen, mutta sähkölämpötekniikan oppikursseissa käsitellään ensisijaisesti sähkölämmön käyttöä teollisuusprosesseissa.

12.2 Tärkeimmät sähkölämpötekniikat

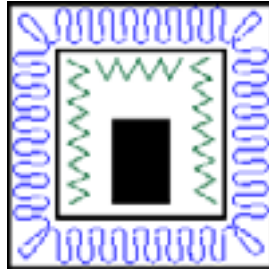
Tärkeimmät sähkölämpötekniikat ovat:

- vastuskuumennus
- konduktiivinen kuumennus
- induktiivinen kuumennus
- dielektrinen kuumennus
- infrapunakuumennus
- UV-tekniikka
- valokaari ja plasmakuumennus
- lasertekniikka
- lämpöpumput
- höyryn mekaaninen komprimointi
- kalvotekniikat
- sähkölasit
- lattialämmitys

Seuraavissa kappaleissa luodaan lyhyt katsaus niihin sähkölämpötekniikoihin, joita TTKK:n sähkölämpöprosesseja käsittelevässä kurssissa käydään tarkemmin läpi.

12.2.1 Vastuskuumennus

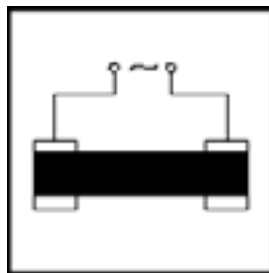
Epäsuorassa vastuskuumennuksessa lämpö muodostuu erillisissä lämmityselementeissä (vastuksissa), joista se siirtyy lämmitettävän kohteen pinnalle. Siirtyminen tapahtuu tapauskohtaisesti joko säteilemällä, kuljettumalla tai johtumalla. Lämmitettävän materiaalin sisälle lämpö siirtyy johtumalla. Epäsuoraa vastuskuumennusta käytetään yleisesti vastusuuneissa. Asiaa havainnollistaa kuva 12.1.



Kuva 12.1 Vastuskuumennuksen periaatetta havainnollistava kuva.

12.2.2 Konduktiivinen kuumennus

Konduktio (konduktiivisessa) kuumennuksessa lämpö muodostuu Joulen lain mukaan samoin kuin epäsuorassa vastuslämmityksessä. Erona on vain se, että vastuksena toimii itse lämmitettävä kappale, joten lämpöä ei tarvitse siirtää kuin korkeintaan kappaleen sisällä. Toimintatapa tietenkin vaatii, että lämmitettävä materiaali johtaa sähköä tai voidaan tehdä sähköä johtavaksi. Kuvassa 12.2 esitetään tavanomaisen konduktiokuumennussovelluksen periaate.

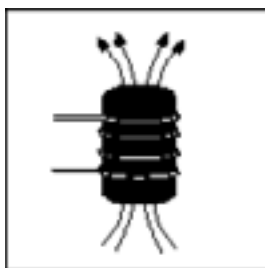


Kuva 12.2 Konduktiokuumennuksen periaatetta havainnollistava kuva.

12.2.3 Induktiivinen kuumennus

Kun sähköä johtava kappale sijoitetaan vaihtovirran synnyttämään magneettikenttään, syntyy siihen pyörrevirtoja. Kelassa kulkeva virta synnyttää magneettivuon, joka lävistää kuumennettavan kappaleen. Tämä magneettivuo indusoi Lenzin lain mukaan sähkömotorisen voiman, joka synnyttää kappaleeseen pyörrevirtoja. Pyörrevirrat muuttuvat Joulen lain mukaan lämmöksi, jolloin kappale lämpenee. Magneettisia aineita kuumennettaessa myös hystereesihäviöt aiheuttavat lämpenemistä.

Kuumennusvaikutus riippuu magneettikentän voimakkuudesta, työkappaleen metallin magneettisista ja sähköisistä ominaisuuksista sekä kelan etäisyydestä työkappaleeseen, kuva 12.3.

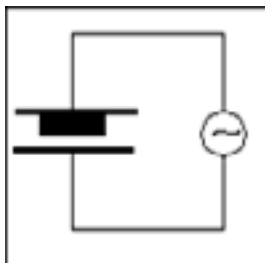


Kuva 12.3 Induktiivisen kuumennuksen periaatetta havainnollistava kuva.

12.2.4 Dielektrinen kuumennus

Suurtaajuuskuumennuksen tunnetuin sovellus on kotitalouksien mikroaaltouuni. Kyseinen tekniikka on käyttökelpoinen myös monissa teollisuusprosesseissa, sillä suurtaajuuskuumennuksella saadaan lämpö kehittymään nopeasti suurienkin, huonosti lämpöä johtavien kappaleiden sisällä.

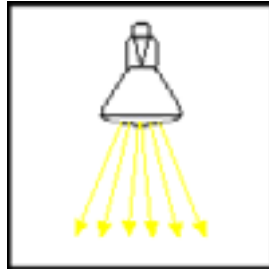
Suurtaajuuskuumennuksesta käytetään myös nimitystä dielektrinen kuumennus. Se jaetaan kuumennuksessa käytetyn taajuuden perusteella radiotaajuus- (RF) ja mikroaaltokuumennukseen (MW). Tällä hetkellä pääpaino suurtaajuuskuumennuksen teollisista sovelluksista on radiotaajuuslaitteilla. Dielektrisen kuumennuksen periaatetta havainnollistaa kuva 12.4.



Kuva 12.4 Dielektrisen kuumennuksen periaatetta havainnollistava kuva.

12.2.5 Infrapunakuumennus

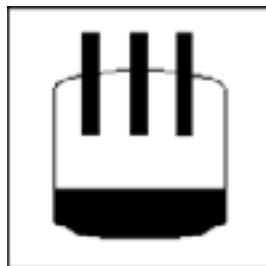
Infrapunasäteilyllä (IR-säteily) tarkoitetaan elektromagneettista säteilyä, jonka spektri on näkyvän valon ja mikroaaltojen välissä eli aallonpituuksilla 0,76 - 1000 μm . Teollisuussovelluksissa käytetään lisäksi jaottelua lyhytaalto-, keskiaalto- ja pitkäaaltoinfrapunasäteilyyn. Infrapunakuumennuksen periaatetta havainnollistaa kuva 12.5.



Kuva 12.5 Infrapunakuumennuksen periaatetta havainnollistava kuva.

12.2.6 Valokaari ja plasmakuumennus

Valokaari on seurausta kahden eri potentiaalissa olevan elektrodin välillä ionisoituneessa kaasussa kulkevasta sähkövirrasta. Kaaren lämpeneminen johtuu alkeishiukkasten törmäilystä samaan tapaan kuin tavallisessa vastuksessa. Valokaarta varten tarvittava ionisoitunut kaasu muodostuu ketjureaktiossa: Esikuumennetulta katodielektrodilta emittoituvat sähkökentän kiihdyttämät elektronit törmäävät kaasun atomeihin ionisoituneena. Muodostuneet ionit kiihtyvät sähkökentässä ja törmäävät katodiin ylläpitäen sen lämpöä. Parhaimmillaan kaaren keskiosan lämpötila saattaa olla jopa $15\,000^{\circ}\text{C}$, kuva 12.6.



Kuva 12.6 Valokaarikuumennuksen periaatetta havainnollistava kuva.

Plasmatutkimus alkoi 1920-luvulla. Teollisuuskäyttöön menetelmä saatiin kuitenkin vasta 1960-luvulla. Ensimmäiset plasmasovellukset liittyivät metallien leikkaukseen, hitsaukseen ja pinnoitukseen, jotka vielä tänäkin päivänä ovat menetelmän tärkeimmät käyttökohteet. Muitakin sovelluksia on kuitenkin kehitetty ja kehitetään edelleen.

12.2.7 Sähkölasit

Lasitekniikan suuntaus on kohti pinnoitettuja laseja. Tällä hetkellä nykyaikaisinta ikkunateknologiaa edustavat sähkölasit. Niiden perustana ovat selektiivilasit, joiden pintakerros toimii lämpiävänä vastuksena. Kun sähkölasiin ei syötetä sähköä, ikkuna toimii kuten tavallinen, hyvin lämpöä eristävä selektiivi-ikkuna. Ulkonäöllisesti sähkölasi ei mitenkään poikkea selektiivilasista.

12.3 Sähkölämpötekniikan asema teollisuudessa

Useimmat sähkölämpötekniikat ovat vakiintuneet teollisuuteen. Esimerkiksi induktiokuumennus on ollut metalliteollisuudessa jo vuosikymmeniä yleisesti käytetty menetelmä. Siellä sillä on satoja hyvinkin erilaisia käyttösovelluksia. Muutamat tekniikat ovat vasta tulossa teolliseen käyttöön. Tällainen on mm. lasertekniikka, jolle löytyy uusia teollisia sovelluksia lähes päivittäin.

Pyrkimys pienempään ympäristön kuormitukseen ja energiankulutukseen, korkeampaan tuotteen laatuun ja parempaan tuottavuuteen korostaa sähkölämpötekniikoiden merkitystä. Ratkaisevat tekijät sähköisen vaihtoehdon valinnassa vaihtelevat sovelluksittain.

Oikein valittu sähköinen tekniikka on lähes poikkeuksetta tehokkaampi kuin konventionaalinen vaihtoehto. Pienemmällä energian kulutuksella saadaan selvästi nopeammin tuotettua sama tuotemäärä tuotteen laadun parantuessa.

12.4 Sähkölämpötekniikoiden yleisiä etuja

- Nopeutensa ansiosta sähköiset tuotantolaitteet vaativat vähemmän tilaa ja tuotannosta saadaan joustava.
- Prosessin ylös- ja alasajot ja tuotelajien vaihdot voidaan tehdä nopeasti.
- Sähkölämpö saadaan tarkasti kohdistettua käsiteltävään tuotteeseen.
- Sääto on nopeaa ja tarkkaa.
- Sähköinen prosessi on helposti automatisoitavissa ja integroitavissa osaksi laajempaa tuotantoprosessia, sillä sähkölämpölaitteissa voidaan vaivatta soveltaa nykyaikaista automaatiotekniikkaa.
- Tyypillinen sähkölämpöprosessi on puhdas ja meluton. Tuotteeseen ja ympäristöön vaikuttavia palo- ja muita kaasuja ei synny lainkaan tai hyvin vähän verrattuna konventionaaliseen tekniikkaan.
- Kun lämpö saadaan tarkasti kohdistettua oikeaan kohteeseen ei se suotta lämmitä ympäröivää tuotantotilaa.
- On tuotteita ja tuotantoprosesseja, jotka eivät muilla kuin sähköisillä menetelmillä ole mahdollisia. Haluttua ilmiötä ei muilla tavoin saada aikaan. Ja vaikka saataisiinkin, ei saavuteta järkevää tuotantokapasiteettia tai hyväksyttävää laatutasoa.

12.5 Sähkölämpötekniikoiden rajoituksia

Läheskään kaikki teoriassa ja pienessä koemittakaavassa erinomaisesti toimivat sähkölämpötekniikoiden sovellukset eivät johda teolliseen toteutukseen.

- Laiteinvestoinnit ja käyttökustannukset saatetaan kokea korkeiksi ja tekniikka oudoksi ja ehkä vaikeasti tuotantoon siirrettäväksi. Tämä on tilanne erityisesti uudempien ja vielä harvinaisten sähkölämpötekniikoiden osalta.

Kuitenkin teknisen tietämyksen lisääntyminen ja sähköiseen menetelmään liittyvien monien suorien ja välillisten hyötyjen selkeämpi tiedostaminen madaltaa jatkuvasti kynnystä siirtyä uuden teknologian käyttöön.

12.6 Suomenkieliset oppikirjat

Suomenkielisen sähkölämpötekniikoiden oppikirjan tarpeellisuus on sähköisten tuotantoprosessien käytön yleistyessä teollisuudessamme tullut entistä ilmeisemmäksi. Vaikka sähkölämpötekniikoista onkin tarjolla ulkomaista kirjallisuutta, ei tekniikoiden perusteita, peruskäsitteitä ja käyttösovelluksia ole ennen kirjaa “SÄHKÖLÄMPÖTEKNIIKAT Periaatteet ja Sovellutukset, Markku Peräniitty, 558 Otatieto, 1995” kuvattu suomenkielisessä oppikirjassa.

Kirjan pohjana on ollut alkujaan kanadalainen oppikirja “Principles and Applications of Electrotechnologies”, jonka professori V. Rajagopalan Quebecin yliopistosta on koonnut käyttäen hyväksi useita eri lähteitä.

Seuraava luku...