

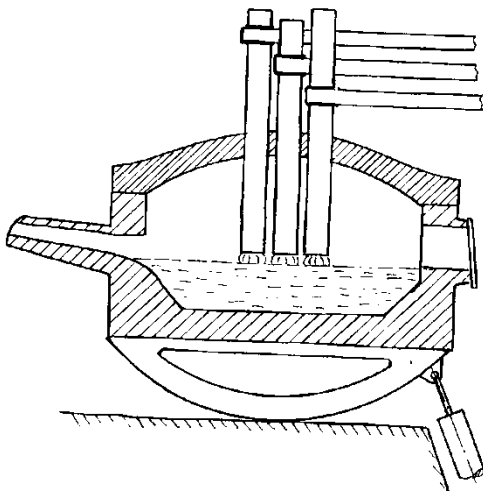
6. Valokaariuunit

Raimo Keskinen

Pekka Niemi - Tampereen ammattiopisto

Valokaariuunit on vanhin uunityyppi, jossa sulatus tapahtuu sähköenergian avulla. Uunin perusrakenteen kehittäjä ranskalainen Heroult ja viime vuosisadan loppupuolella.

Uunista käytetään tästä syystä myös nimitystä Heroult -uuni.

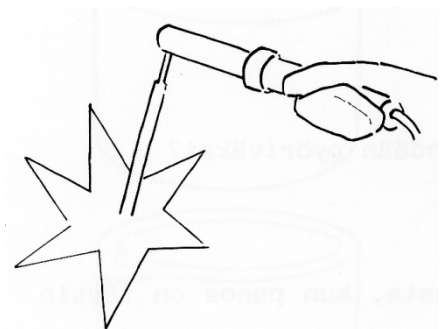


Kuva. Valokaariuuni

Valokaari on tuttu hitsaustapahtumasta.

Uunin toimintaperiaatetta voidaan verrata puikkohitsaukseen.

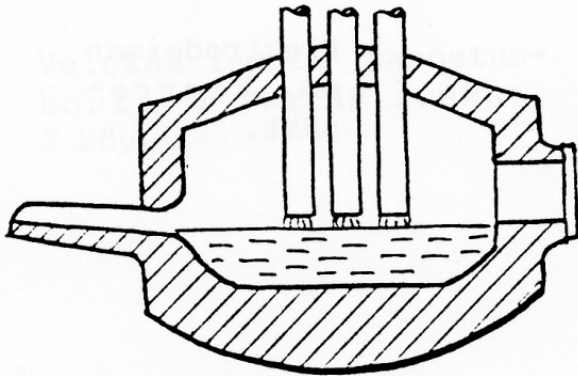
Valokaari palaa tässä kuten hitsatessakin elektrodin ja työkappaleen välissä sulattaen sitä. Työkappaleena toimii vain uunissa sulatettava panos. Erona on, että elektrodi ei tässä tapauksessa sula eikä muodosta lisäainetta kuten hitsattaessa. Elektrodina toimivat paksut grafiittisauvat, joita uunissa on kolme kappaletta.



Koska sähkövirta joutuu kulkemaan sulan metallin ja kuonan kautta, syntyy lämpöä valokaarien lisäksi myös sulan toimiessa sähköisenä vastauksena, aivan kuin esim. sähkölämmittimien vastauslangoissa.

Valokaariuunissa on matala tulenkestävällä massalla vuorattu teräslieriö, jonka päätypinnat ovat kuperat. Uunin katto eli holvi voidaan kääntää sivuun panostuksen ajaksi.

Holvin läpi työntyy kolme elektrodia, jotka on kiinnitetty pitimillä vaakasuoriin, myös kääntyviin tukivarsiinsa (katso kuva Sulatus)



Kuva. Sulatus



Kuva. Sulatustapahtuma (elektrodit kohtisuorassa kannen läpi)

Uunin vierellä olevasta uunimuuntajasta sähkövirta johdetaan kuparisten vesijäähdytteisten kaapelien kautta elektrodivarsissa kulkeviin kuparijohtimiin ja edelleen elektrodeihin.

Uunin sivuilla on kaatokouru ja vastakkaisella puolella hoitoluukku. Uuni on rakennettu kehtorakenteen päälle siten, että sitä voidaan kallistaa kaatokouruun päin sulan kaatoa varten ja hoitoluukkuun päin kuonan kaatoa varten. Kallistaminen tapahtuu hydraulisesti.



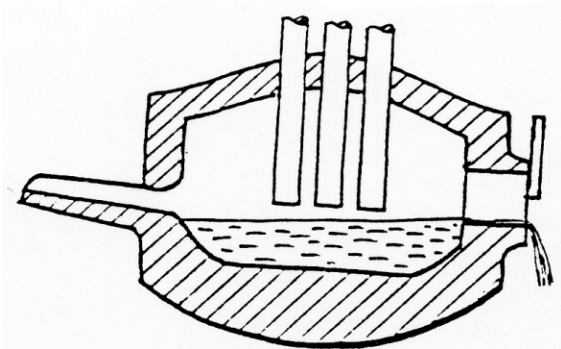
Kuva. Uunin hoitoluukku kiinni



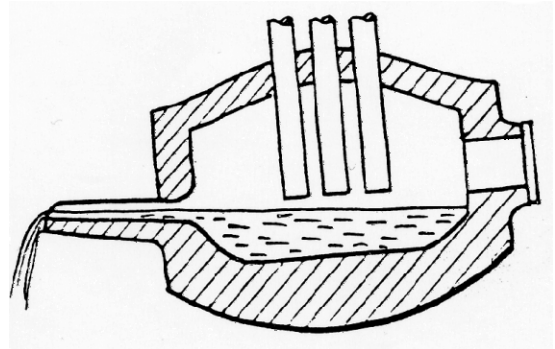
Kuva. Uunin hoitoluukku auki

Hoitoluukun kautta lisätään seosaineet sekä sekoitetaan käsin sula, mikä on yleistä pienehköissä valokaariuuneissa.

Uunin luukut, luukun kehykset, elektrodin pitimet ym. on varustettu vesijähdytyksellä. Nykyisin on suurissa valokaariuuneissa siirrytty jo vesijähdytettyjen käyttöön, mikä mahdollistaa suurempien sähkötehojen käytön.



Kuva. Kuonan kaato



Kuva. Teräksen kaato

Valokaarien lämpötila on korkea, 4000 – 6000 °C Jotta ne pysyisivät mahdollisemman tehokkaina, on elektrodien kärkien ja panoksena välinen etäisyys pidettävä jatkuvasti sopivana. Tämä tapahtuu automaattisesti elektrodisäätimien avulla.

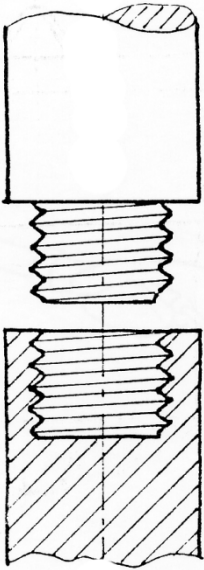


Kuva. Uunin kaatoränni

Uunin vierellä olevasta uunimuuntajasta sähkövirta johdetaan kuparisten vesijähdytteisten kaapelien kautta elektrodvarsissa kulkeviin kuparijohtimiin ja edelleen elektrodeihin.

Elektrodien kuluessa jatkuvasti niitä voidaan jatkaa kätevästi, sillä niissä on kierrepäät.

Sähkövirta elektrodeihin saadaan muuntajasta. Jännite voi olla 80 – 400V ja virranvoimakkuus useita kymmeniä tuhansia ampeereita.



Kuva. Elektrodiin kiinnitys



Kuva. Savukaasujen poisto uunista



Kuva. Savukaasunpoistohuuva

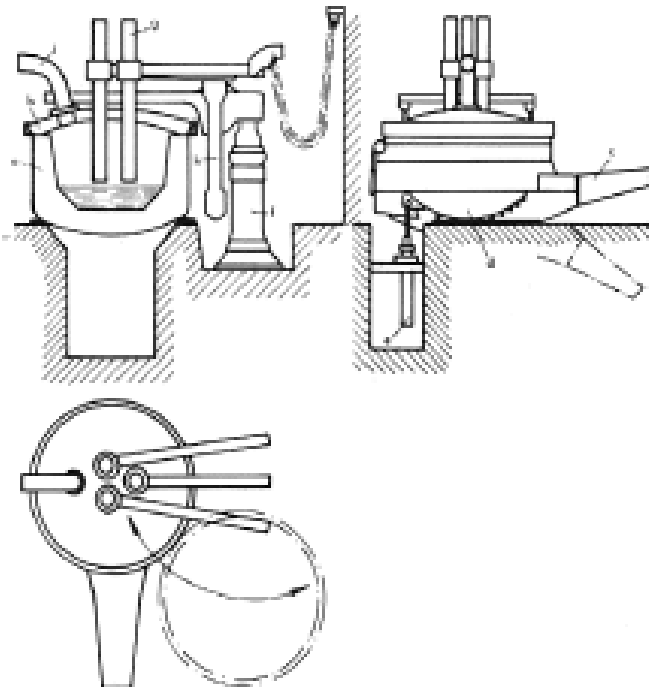
Valokaariuuni on voimakas savun- ja kaasujen muodostaja sulatuksen yhteydessä. Nämä johdetaan voimakkaalla savunpoistolaitteistolla uunista ja uunialueelta puhdistuslaitteistoon, jossa se puhdistetaan. Syntynyt jäte hyödynnetään käyttämällä se uudestaan prosessissa tai/ja kuljetetaan käsiteltäväksi.

6.1 Valokaariuunin rakenne

Valokaariuunin uunitilan muodostaa sylinterimäinen teräslevyistä hitsaamalla valmistettu mantteli ja kupera pohja, jotka on vuorattu tulenkestävillä materiaaleilla. Uunin seinien yläosa on vahvistettu yleensä vesijäähdytetyllä renkaalla, jonka päällä uunin holvi (eli katto) on tiiviisti sulatuksen aikana.



Kuva. Valokaariuuni kansi auki



Kuva. Valokaariuunin rakenne

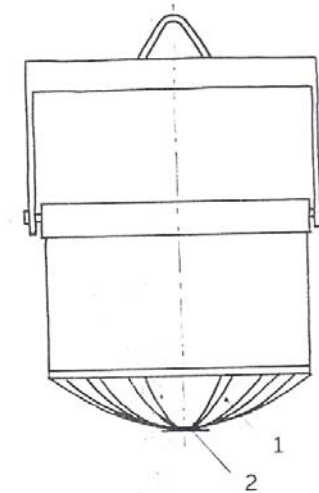
6.2 Valokaariuunin panostus

Uunin holvi voidaan kääntää sivulle uunin panostusta varten.

Valokaariuuni panostetaan lieriömäisen panostuskorin avulla. Panostuskorin pohja on koottu teräsliuskoista, jotka on kiinnitetty korin alta yhteen joko erityisellä ketjulukkolaitteella tai köydellä.



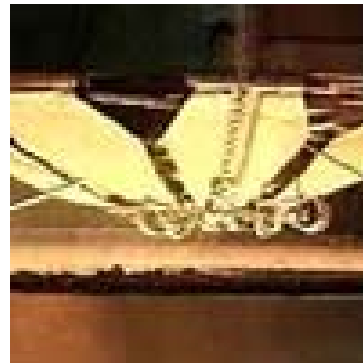
Kuva. Uunin holvi käännetty sivulle panostusta varten



**Kuva. Panostuskori 1. Teräsliuskat.
2. Köysi.**



Kuva. Korin pohjan sulkumekanismi



Kuva. Panostuskorin rakenne

Köysikiinnitteinen panostuskori ajetaan nosturilla kuuman uunipesän yläpuolelle, köysi palaa poikki ja panos putoaa uuniin (jäänyt pääosin pois käytöstä).

Panostuskoreissa pohjan muodostavat kahmarikauhan tapaan avautuvat leuat.

6.3 Uunin panostustapahtuma

Seuraavassa kuvasarja uunin panostustapahtumasta.



Romua panostettaessa on vältettävä sellaisten metallien joutumista uuniin, joita ei, hapettamalla mullotusvaiheen aikana tai pelkistysvaiheen aikana, saada poistumaan sulasta. Tällaisia metalleja ovat esim. kupari ja tina.

Ne ovat erityisen haitallisia, koska ne varsin pieninäkin pitoisuuksina aiheuttavat teräkseen kuumahaurautta. Romu ei saa sisältää eristäviä sähköjohtamattomia aineita, kuten esim. kuonaisia romuja, koska ne aiheuttavat elektrodien eteen osuessaan elektrodien katkoja.



Kuva. Panostus sulatuksen aikana Kuva. Uunin panostusta korista kaatamalla

Valokaariuunin panostukseen tarvitaan tavallisesti 2-4 romukorillista, uunin ja panostuskorin tilavuudesta ja romun tiheydestä riippuen.

Valokaariuunissa sulan metallin sekoittuminen on puutteellista, mistä johtuen lämpötila sekä analyysi saattavat vaihdella sulatteen eri kohdissa. Joissakin uuneissa sulaa voidaan sekoittaa induktiosekoittimen tai pohjahuuhtelukiven avulla, joka on sijoitettu uunin pohjan alle. Sekoittimen johdetaan noin 1 Hz:n taajuisia vaihtovirtaa, joka saa aikaan pyörivän magneettikentän. Sekoitinta voidaan verrata pyörivän sähkömoottorin staattoriin sulan toimiessa roottorina. Sekoittimella saadaan aikaan mm. seosaineiden nopeampi liukeneminen sulaan. Pohjahuuhtelukivi muurataan pohjan muurauksen yhteydessä keskelle uunin pohjaa. Siinä on reikä jota pitkin puhalletaan paineen avulla argonkaasua sulan sekaan. Näin syntyy virtauksia ja sulattaminen nopeutuu, sekä sulasta tulee tasalämpöistä ja homogeenista.

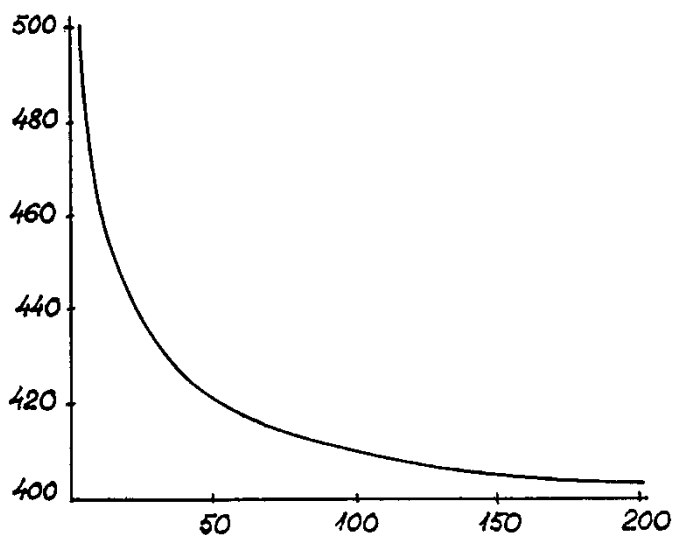


Kuva. Valokaariuunisulatustapahtuma

Valokaariuunia käytetään etupäässä teräksen sulatukseen. Valimoissa uunien koot vaihtelevat 5 ja 30 tonnin välillä, terästehtaissa käytetään huomattavasti suurempia uuneja.

Koska valokaariuuneissa saadaan lämpöenergia lähes kokonaisuudessaan kohdistettua sulatettavaan metalliin, on sen hyötysuhde melko korkea: 80 – 85 %. Hyötysuhde kasvaa uunin koon kasvaessa.

Kuvasta (alla) ilmenee, että pienikokoinen valokaariuuni kuluttaa huomattavasti enemmän sähköenergiaa sulatettavaa terästonnia kohti kuin suuri uuni. Tästä syystä käytetäänkin muutaman tonnin vetoisten valokaariuunien sijasta mieluummin induktiuuneja.



Kaavio:

- uunin panoskoko tonnia
- energiankulutus kWh/tonnia

6.4 Valokaariuunien vuoraukset

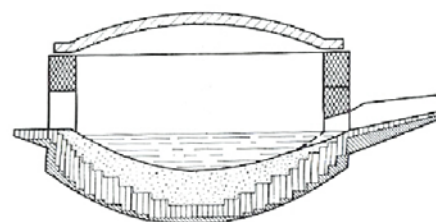
Valokaariuunit ovat yleensä emäksisesti vuorattuja. Tällöin voidaan käyttää kalkkipitoista kuonaa (vrt. kupoliuuni), jolla saadaan mm. haitallinen fosfori poistettua teräksestä.






Emäksisessä vuorauksessa uunin pohjalle muurataan tavallisesti ensin kerros shamottitiiliä, joiden päälle magnesiittitiiliä ja lopuksi sullotaan magnesiitti- tai dolomiittimassaa. Pohjan vuorauksen paksuus suurehkoissa uuneissa on tavallisesti noin 500 mm.

Seinät muurataan joko dolomiitti- tai magnesiittitiilistä.

Uunin holvi muurataan tavallisesti erikseen mallineen päällä silikatiilistä. Myös sullomassasta tehtyjä holveja käytetään.

Holvin paksuus suurehkoissa uuneissa on tavallisesti noin 250 mm.



-  silikatiili
-  dolomiittitiili
-  dolomiittisullomassa
-  magnesiittitiili
-  shamottitiili

Kuva. Kaaviokuva uunin vuorauskerroksista



Kuva. Konvertterin vuoraus uunin sisällä

Valokaariuunien pohjan emäksinen vuoraus uusitaan kokonaisuudessaan tavallisesti kerran vuodessa..

6.4.1 Valokaariuunien vuoraus

Valokaariuunit vuorataan emäksisillä tiilillä ja massoilla. Emäksisten vuorausten kanssa voidaan käyttää kalkkirikkaita emäksisiä kuonia, joilla saadaan haitalliset teräksen laatua heikentävät epäpuhtaudet kuten, fosfori ja rikki poistettua teräksestä. Uunin pohjalle ladotaan tavallisesti ensin kerros shamottitiiliä (Al_2O_3 -pitoisuus noin 40 %) ja näiden päälle magnesiittitiiliä (MgO - pitoisuus 85–95%). Tämän ns. kesto- tai varmuusvuorauksen tarkoituksena on estää sulaa terästä tunkeutumasta uunin pohjan läpi, jos varsinainen kulutusvuoraus jostain syystä pettää.

Kestovuorauksen päälle sullotaan magnesiittimassaa (harvemmin dolomiittimassaa) tai muurataan dolomiittitiiliä (harvemmin magnesiittitiiliä). Dolomiitti on magnesiitin ja kalkin seos. Isoissa uuneissa käytetään yleisimmin magnesiittimassasta ja pienissä uuneissa dolomiittitiiliä. Pohjan vuorauksen paksuus on 500-800mm. Suotuisissa olosuhteissa pohja vuoraus voi kestää 500–1000 sulatusta.

Uunin seinät muurataan joko dolomiitti- tai magnesiittitiilistä. Dolomiitti on magnesiittia halvempaa, mutta sen tulenkestävyys on huonompi, joten pienet ja pienitehoiset uunit vuorataan yleensä dolomiittitiilillä ja isommat suuritehoiset uunit magnesiittitiilillä. Magnesiittisessa vuorauksessa uunin eniten kuluva osa, kuonaraja muurataan magnesiittitiilillä.

Kuonarajan yläpuolelta seinät vuorataan pellitetyillä magnesiitti - kromitiilillä. Pellitettyjä tiiliä käytettäessä ei tarvita muurauslaastia, vaan korkeissa lämpötiloissa sintraantuva pelti sitoo tiilet yhteen. Kromi, oikeastaan kromioksidi, parantaa magnesiittitiiltä lämpötilanvaihtelukestävyyttä. Uunin yläosaan kohdistuu suuria lämpötilanvaihteluita, kun holvia avataan toistuvasti panostusta varten. Seinävuorauksen paksuus kuonarajalla on noin 500mm ja yläosassa 250-350mm.

Vuorauksen kestot vaihtelevat suuresti riippuen uunin muuntajatehosta, sulatusajoista ja siitä ovatko uunit jatkuvassa vai epäjatkevassa käytössä, kuten yleensä valimoissa. Epäjatkevassa

käytössä vuorauksen kulutus kasvaa. Keskimäärin seinävuoraukset kestävät 100–200 sulatusta. Valokaariuunien holvit vuorattiin ennen yleensä silikatiilistä, mutta nykyisin aloksitiilistä, (Al_2O_3 - pitoisuus noin 80 %). Holvitiilten paksuus on 230-250mm. Holvien kestot ovat suuruusluokkaa 150–300 sulatusta. Uudenaikaisten suuritehoisten uunien seinät suojataan kuonarajan yläpuolelta vesijähdytetyistä putkista kootuista paneeleista. Putkiin on hitsattu tartuntoja, joihin tarttuva kuona suojaa putkia. Vesijähdytettyjä paneeleita käytetään myös uunien holveissa niin, että vain holvin keskusta elektrodiaukkojen ympärillä on muurattu tulenkestävillä tiilillä tai massoilla. Valokaariuunien vuorauksia voidaan korjata kuumana massaruiskujen avulla. Yleensä uunin kuonaraja vaatii useampia ruiskutuskorjauksia ennen kylmänä tehtävää peruskorjausta. Kuonan laji määrää, millaista tulenkestävää materiaalia on käytettävä vuoraukseen. Hapanta kuonaa käytettäessä on oltava hapen vuoraus (kvartsi), emäksistä käytettäessä emäksinen (magnesiitti tai dolomiitti) Tämän mukaan puhutaan myös happamesta ja emäksisestä teräksestä.