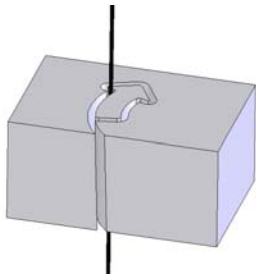


Lankasahaus

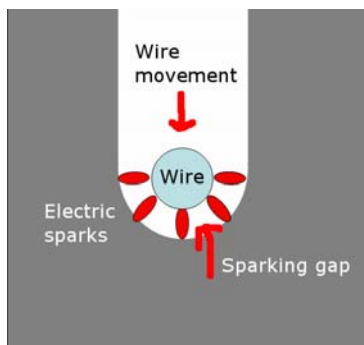
Tampereen teknillinen yliopisto – Tuula Höök

Lankasahaus perustuu samaan periaatteeseen kuin uppokipinätyöstökin. Kaikissa kipinätyöstömenetelmissä työstötapahtuman peruselementit ovat kipinätyöstöneste, työkappale ja elektrodi. Uppokipinätyöstön elektrodi on saman muotoinen kuin haluttu koneistettava muoto. Lankasahauksessa elektrodi on liikkuva, sähköä johtavasta materiaalista valmistettu lanka. Työkappale leikataan tällä elektrodilangalla. Lankasahaamalla voidaan valmistaa monimutkaisia muotoja. Muotojen on oltava ulotettavissa kappaleen läpi. (Katso kuva 1.)



Kuva 1. Keernan työstöä lankasahalla. Lanka ulottuu työkappaleen läpi. Keernan seinämät ovat suorita, päästöllisiä pintoja.

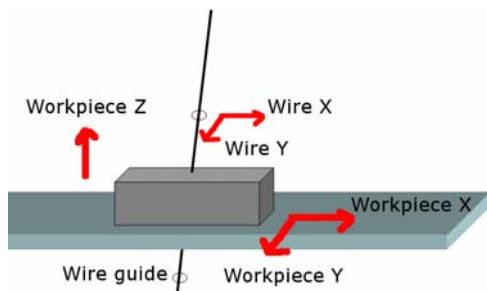
Lankasaha tekee periaatteessa kaksi asiaa: Tuottaa säännöllisiä sähköimpulsseja ja ohjaa elektrodilankaa. Työkappale ja elektrodi liitetään sähköpiirin vastakkaisiksi navoiksi. Lankasaha alkaa tuottaa sähköimpulsseja. Kun elektrodilanka on riittävän lähellä työkappaletta, kipinätyöstöneste muuttuu eristeestä johteeksi ja tapahtuu suurienerginen läpilyönti. Sähköpurkaus lämmittää työkappaleen pintaa pieneltä alueelta. Osa työkappaleen pinnassa olevaa ainetta sulaa ja kappaleeseen muodostuu kuoppa. Kuopan koko riippuu sähkövirran ja jännitteen voimakkuudesta. Kun läpilyöntejä tapahtuu riittävä määrä, elektrodilanka liikkuu työkappaleen läpi ja työstää lankasahalle ohjelmoitua muotoja. (Katso kuva 2.)



Kuva 2. Lankasahauksen periaate.

Sitä elektrodilangan ja työkappaleen välistä etäisyyttä, jolla sähköpurkaus tapahtuu, kutsutaan kipinöintiväliksi. Elektrodilanka tuottaa muotoja, jotka ovat kipinöintivälin verran suurempia kuin ohjelmoitu rata. Kipinöintiväli huomioidaan tavallisesti lankasaha ohjelmoitaessa. Pienin mahdollinen työstettävissä oleva sisäkulman säde on elektrodilangan halkaisija lisättynä kipinöintivälin leveydellä.

Lankasahassa on 2 - 5 ohjelmoitavaa akselia. Muotinvalmistussovelluksiin käytetään useimmiten 5-akselisia lankasahoja. Lankasahan ohjelmoitavat akselit ovat: elektrodilangan ohjain, langan kallistus x- ja y-suuntiin sekä työkappaleen tai langankuljetusjärjestelmän liikuttaminen x- ja y-suunnissa. (Katso kuva 3.)



Kuva 3. Lankasahan ohjelmoitavat akselit.

Elektrodilanka liikkuu kahden kelan välillä. Työstävä osa lankaa vaihtuu jatkuvasti. Tästä syystä elektrodi ei kuumene eikä kulumisongelmia ole samalla tavoin kuin uppokipinätyöstössä. Lankasahalla voidaan työstää myös korkeissa lämpötiloissa sulavia materiaaleja. Työkappalemateriaalin kovuus ei aseta rajoituksia. Ainoa käytännön rajoitus on, että työstettävän materiaalin täytyy olla sähköä johtavaa. Huolimatta siitä, että elektrodilanka kuluu vain vähän, sitä ei käytetä enää yhden työstökerran jälkeen uudelleen. Kipinäointi ja korkea lämpötila heikentävät langan vetolujuutta ja uudelleenkäytettäessä lanka saattaisi helposti katketa.

Lankasahan elektrodilanka on tavallisesti messinkiä – joko pinnoitettua tai pinnoittamatonta. Lankaa saa ostaa eri halkaisijaisena ja eri kovuusluokissa. Pehmeitä elektrodilankoja käytetään monimutkaisten muotojen työstämiseen. Pehmeystestä on hyötyä erityisesti kohteissa, joissa lankasaha muuttaa langan kallistuskulmaa usein ja joissa langan täytyy mukautua muutokseen nopeasti. Kovia laatuja käytetään sovelluksissa, joissa tarvitaan automaattista langanpujotusta tai joissa on paljon korkeita tasomaisia pintoja. Kova lanka vastustaa suunnan muutosta ja soveltuu siitä syystä hyvin tasomaisten pintojen työstämiseen. Kun työkappale on ainetta, jonka sulamispiste on korkea, käytetään työstämiseen sinkillä pinnoitettua elektrodilankaa. Sinkkipinnoite sulaa ja höyrystyy matalammassa lämpötilassa kuin langan messinkinen ydin. Höyrystyminen vähentää messinkiytimeen kulkeutuvan lämmön määrää, jolloin ydin kuluu vain vähän.

Uppokipinätyöstössä käytettävä kipinäointineste on tavallisesti jokin öljypohjainen tuote. Lankasahassa käytetään deionisoitua vettä eli vettä, josta ionit on poistettu.

Lankasahauksen tavallisimmat sovelluskohteet muottien valmistuksessa ovat:

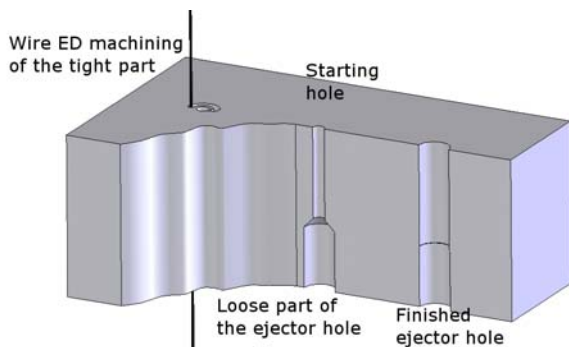
- Ulostyöntimien reikien työstäminen
- Ulostyöntimien muotoilu muottipesän pinnan muotojen mukaisiksi
- Keernojen työstäminen
- Kiinteiden keernojen kiinnitysreikien työstäminen muottilaataan tai inserttiin

Ulostyöntimien reikien työstäminen

Reikien valmistukseen on erilaisia vaihtoehtoja, mutta tavallisin menettely sisältää seuraavat vaiheet::

1. Aloitusreiän poraaminen muottilaatan ja inserttilaatan läpi.
2. Väljien reikien poraaminen muottilaatan ja inserttilaatan taustapuolelta siten, että ne päättyvät 20 – 40 mm ennen muottipesän pintaa.
3. Jos tarpeen: Viedään koko muottilaatta tai pelkkä insertti lämpökäsittelijälle karkaistavaksi.

4. Lankasahataan muottipesän pintaan ulottuva 20 – 40 mm pituinen tiukka reiän loppuosa. Joissakin lankasahoissa oleva automaattinen langansyöttö on hyödyksi. (Katso kuva 4.)

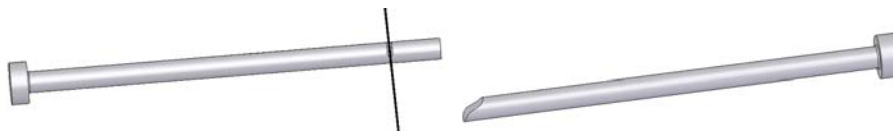


Kuva 4. Ulostyöntimen reikiä eri työstövaiheissa.

Jos muottilaatta tai insertti lämpökäsitellään, lämpökäsittely tulisi tehdä ennen kuin tiukka loppureikä on lankasahattu. Lämpökäsittely vaikuttaa mittoihin siinä määrin, että ulostyönnin voi alkaa ahdistaa tai ei kulje ollenkaan. Osa muotinvalmistajista viimeistelee ulostyöntimien reiät ennen lämpökäsittelyä, mutta siinä tapauksessa valmistajan täytyy olla täysin varma, että lämpökäsittely onnistuu ja että käsittelyn aiheuttamia muutoksia tapahtuu ennakoitusti.

Ulostyöntimien muotoilu

Ulostyöntimet ostetaan standardimitoilla ja -muodoilla. Tavallisimmat muodot ovat pyöreä ja suorakaiteen muotoinen litteä. Ulostyöntimen pituus, halkaisija ja muut mitat ovat standardimittoja. Ulostyöntimet katkaistaan oikeaan mittaan siten, että ne ulottuvat tarkasti muottipesän pinnan tasalle. Jos muottipesä on muotoiltu ulostyöntimen kohdalla, myös ulostyönnin täytyy muotoilla vastaavasti. (Katso kuvat alla.)



Kuva 5. Vasemmalla: Ulostyöntimen sahaaminen mittaan. Oikealla: Ulostyönnin, jonka pää on muotoiltu muottipesän pinnan muodon mukaan.

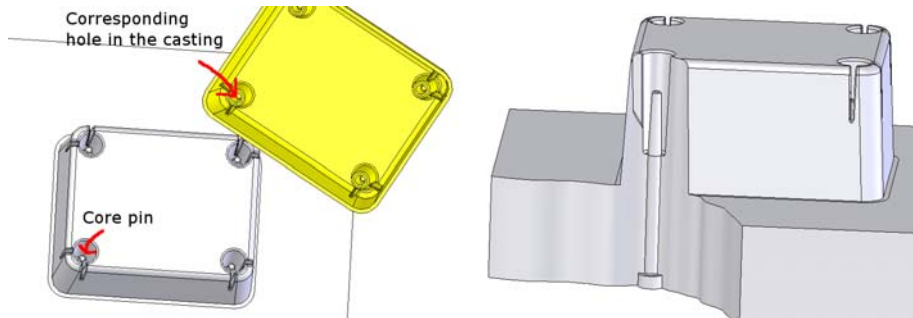
Lankasaha on muottien valmistamiseen käytetyistä koneista tarkimpia ja sillä on usein vapaata kapasiteettiäkin. Toinen vaihtoehto on lyhentää ja muotoilla ulostyöntimet jyrsinkoneessa, mutta tarkkoja jyrsinkoneita tarvitaan muottipesän valmistukseen. Muottipesän koneistus kestää pitkiä aikoja kerrallaan ja jyrsinkoneiden on oltava valmiina tähän käyttöön aina, kun tarpeen.

Keernojen ja niiden kiinnitysreikien valmistaminen

Periaatteessa kiinteä keerna voidaan tehdä kahdella rakenteella:

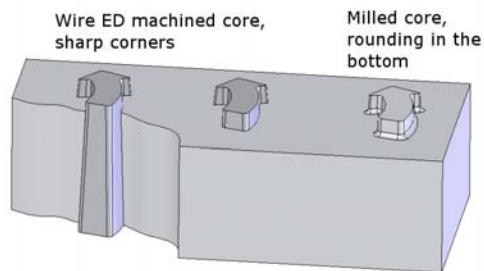
- Työstetään keerna suoraan muottilaattaan tai inserttiin
- Työstetään keerna erilliseen muottiteräksiseen työkappaleeseen ja kiinnitetään se kauluksen avulla muottilaattaan tai muottilaatan ja insertin väliin

Kumpi vaihtoehdoista on käytännöllisempi, riippuu keernan mitoista ja muodoista. Korkeat ja kapeat keernat tai keernat, joissa on pieniä, kapeita muotoja on helpointa valmistaa erillisinä. Keernatappit ovat erikoistapaus. Keernatappeja käytetään muotoilemaan pienihalkaisijaisia reikiä valukappaleisiin. (Katso kuvat alla.)

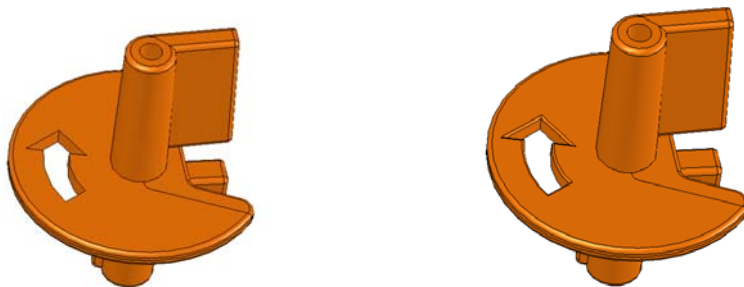


Kuva 6. Valukappale, jossa on korkeita ja kapeita reikiä ja keernatappi, jolla reikä muotoillaan. Oikealla olevassa kuvassa esitetään keernatappin asennuksen periaate. Keernatappi kiinnitetään muottilaattaan tai inserttiin kauluksen avulla.

Valinta kiinteän ja erillisen kiinteän keernan välillä vaikuttaa siihen, mitkä muottipesän nurkista pyöristetään. Valinta vaikuttaa edelleen valukappaleen muotoihin. (Katso kuvat 7 ja 8.)



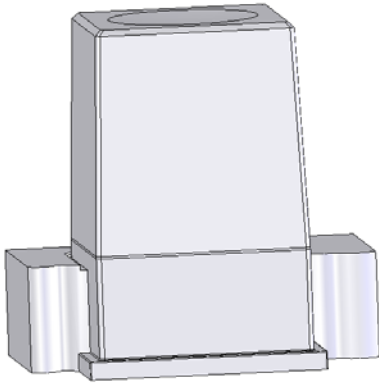
Kuva 7. Lankasahattu ja suoraan muottilaattaan jyrsitty keerna Huomioi pyöristykset. Jyrsityssä keernassa on pyöristys alanurkassa, lankasahatussa keernassa vastaava nurkka on terävä. Lankasahattu keerna kiinnittyy paikoilleen päästön avulla.



Kuva 8. Lankasahattu keerna vasemmalla ja jyrsitty keerna oikealla. Lopputulos valukappaleissa.

Kuten kaikkiin muotin aukeamissuunnalle saman suuntaisiin pintoihin, myös keernapintoihin muotoillaan päästö. Jyrsimällä on varsin hankala valmistaa päästöllistä tasomaista pintaa. Erityisen hankala tällainen pinta on tehdä ruisku- tai painevalumuotteihin, koska tarkkuusvaatimukset ovat suuret. Lankasahalla päästölliset muodot voidaan valmistaa suhteellisen helposti.

Kiinteän keernan asennukseen on erilaisia vaihtoehtoja. Keernatappeja myydään muotin standardiosina. Keernatapeissa on suora, päästötön pinta, joka muotoillaan materiaalin vaatimusten mukaiseksi vasta muotinvalmistusyrityksessä. Keernatapissa on kaulus, josta se kiinnitetään joko inserttilaatan ja muottilaatan väliin tai muottilaatan ja tukilaatan väliin. Vastaavaa tekniikkaa voidaan käyttää muidenkin kiinteiden keernojen kiinnittämiseen. (Katso kuva 9.)



Kuva 9. Korkea keerna kiinnitettynä inserttilaataan.

Jos keernan muodot ovat monimutkaisia, voi olla helpompaa käyttää päästöä kiinnittävänä elementtinä. (Katso kuva 7.)

Lähteet

E. C. Jameson, Electrical Discharge Machining, Society of Manufacturing Engineers, Michigan, 2001.