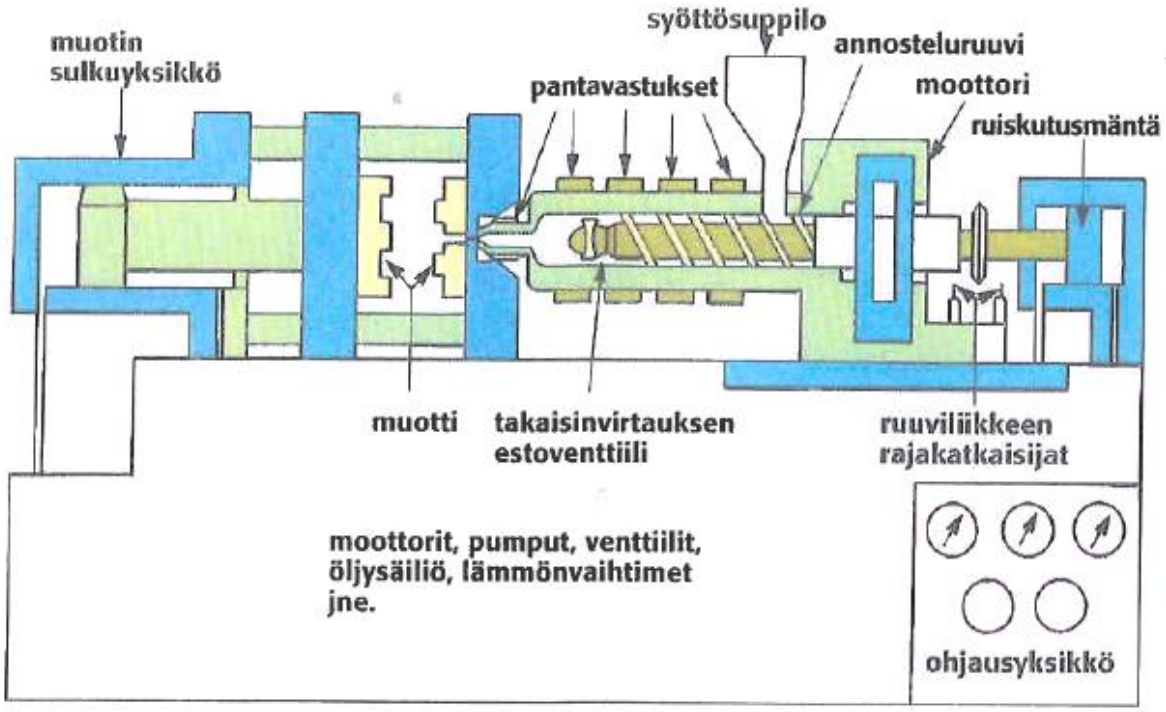
RUISKUVALUMUOTTI JA VALUPROSESSI



AARRE LEHTIMÄKI

2003

Etukannen kuva:
www.valuatlas > oppimateriaalit > kestomuottivalujen suunnittelu > valmistusmenetelmät > ruiskuvalu

ISBN 978-952-94-3409-1

Kustantaja: Aarre Lehtimäki, Likolammenkatu 2 L, 33300 Tampere
Ulkoasu ja taitto: Aarre Lehtimäki
Painopaikka CRANO Oy, Tampere, omakustannuspainos, kesäkuu 2020.

hakusanat: ruiskuvalumuotti

JOHDANTO

RUISKUVALUMUOTTI JA VALUPROSESSI kirja on 1 / 18 tuotantoväline kirjasarjastani. Muut sarjaan kuuluvat, ovat lueteltu tuossa alapuolella. Nettilinkkiä painamalla saat kirjan näkyviin.

OSA 1. TYÖVÄLINERYHMÄT

OHJAIMET JA KIINNITTIMET

Lastuavan työstön kiinnittimet ja paletit https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kA_CcVPRhCxfRvnM

- Hydraulikiinnitin https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_j38i4_AOJG7IJS-A
- Magneettikiinnittimet https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kBFFLMAoreDjyCvy

- Hitsauskiinnittimet ja –mekanisointilaitteet https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kA6fYJZDDrpgyq_o
- Robotin työkalut (tarttujat ja kiinnittimet) https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kA3auC16LwtkzOK3

KOKOONPANON TYÖVÄLINEET https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAySoSg0buj-ERd2

MUOTIT

- Ruiskuvalumuotit https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAYObEVE5MhcIzyd
- Painevalumuotit https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kBBjQOwr_pAbkh_V
- Takomuotit https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAWl4f4gBB8VJZCn

MEISTOTYÖKALUT (PURISTINTYÖKALUT)

- LEIKKAUS
  - Leikkain 1) sivut 7 – 24, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAER-z1g4Cs6-tS9
  - Jonoleikkain https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kADAVO1Dhc6DKN4U
  - Levytyökeskus työvälineet https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kASB9lox3W6QxLu-
- MUOVAUS
  - Taivutustyövälineet https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAPOUaPRvh8ChI_r
  - Syväveto 1) sivut 25 – 28, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAER-z1g4Cs6-tS9
  - Venytysmuovaus 1) sivut 29 – 32, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAER-z1g4Cs6-tS9
  - Painosorvaus https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAqikkcpjQeKxH9j

OSA 2. MENETELMÄT

TYÖVÄLINEEN VALMISTUSTA TUKEVAT MENETELMÄT

- Manuaalityöstömenetelmät
  - Hiomalaikan kunnostus 2) sivut 18 – 33, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAmZ574cgSKLwPIp
  - Kierrejousien valmistus sorvissa 2) sivut 34 – 36, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAmZ574cgSKLwPIp
- NC-työstömenetelmät
  - NC-kipinätyöstö, uppo- ja lankakipinöinti
- Erikoistyöstömenetelmät
- Käsityömenetelmät
  - Yksinkertaiset ohutlevyosien levitykset 2) sivut 37 – 41, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAmZ574cgSKLwPIp
  - Juottaminen 2) sivut 7 – 17, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAmZ574cgSKLwPIp
  - Työvälineen kokoonpano, testaus ja kunnossapito

MATERIAALITEKNIIKKA JA LÄMPÖKÄSITTELY, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAt5AWG_2CIoEvf9

SUUNNITTELU

- Koneturvallisuus https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAjCtMW1xUf1vCeL
- Suomalaista koneenpiirtämistä 1916-2016 https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_hkDl_STrNSvNgoZO
  - PowerPoint esitys https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_j32FGpyPRHwteNLl

AINETTA POISTAVAT MENETELMÄT

- Lastuaminen
  - Työkalun ja materiaalin vaikutus toisiinsa https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kAebrMKN21ECPrPf

AINETTA LISÄÄVÄT MENETELMÄT

- 3D-valmistus

AUTOMAATIO JA ROBOTISOINTI

- Hitsausrobotti ja hitsauskiinnitin, sivut 19 ja 32, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kA6fYJZDDrpgyq_o
  - Kappaleenkäsittelyrobottien ja hitsausrobottien yhteistyö, sivut 32 – 37, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kA6fYJZDDrpgyq_o
- Kiinnitys miehittämättömässä tuotannossa, NC-sorvi, sivut 55 - 57, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kA_CcVPRhCxfRvnM
- Automatisoitu työkappaleen vaihto, sivu 58, https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_kA_CcVPRhCxfRvnM

SUOMALAINEN TYÖKALUJEN VALMISTUS

Vanhan rakenteen mukaisissa konepajoissa oli työväline- tai työkaluosasto. Siellä paitsi valmistettiin työvälineitä, varsinkin sellaisia, joita ei valmiina voinut ostaa, myös huollettiin ja varastoitiin niitä.

Suomeen perustettiin muutamia työkalutehtaita, jotka suurelta osin osoittautuivat taloudellisiksi pettymyksiksi. Työvälineiden valmistuksen edellyttämä monipuolinen konekanta ja korkea ammattitaito murensivat katteet.

Työvälineitä suunnittelevan tai valmistavan yrityksen on useissa tapauksissa välttämätöntä toimia kiinteässä yhteistyössä lopputuotteita valmistavien yritysten kanssa, koska työvälinettä suunnitellaan yhtä aikaa sillä valmistettavan tuotteen kanssa. Työvälinesuunnittelija voi myös tarjota arvokkaita neuvoja lopputuotteen järkevästä ja taloudellisesta rakenteesta. Työvälinealan ammattitaito on kuitenkin katoamassa maastamme työntekijöiden ikääntyessä ja koulutuksen kuihtuessa.

AMMATILLINEN KOULUTUS

Ammatillisen koulutuksen tavoitteena on kehittää opiskelijan ammatillista osaamista sekä kasvua sivistyneeksi ihmiseksi ja yhteiskunnan jäseneksi. Koulutus vaikuttaa osaltaan työelämää ja vastaa työelämän osaamistarpeisiin, edistää yrittäjyyttä sekä tukee elinikäistä oppimista. Ammatillinen koulutus antaa myös mahdollisuuden jatkaa opintoja korkeakoulussa.

Ammatillinen koulutus avaa monia mahdollisuuksia iästä ja taustasta riippumatta. Ammatillisissa perustutkinnoissa hankitaan alalla vaadittavat perustaidot. Ammatti- ja erikoisammattitutkinnot mahdollistavat osaamisen kehittämisen työuran eri vaiheissa. Tutkintojen lisäksi järjestetään valmentavaa koulutusta.

Työelämän muutos muokkaa mm. ammatillisten nimikkeiden kenttää ja niiden sisältöjä. Samalla valinnaisuus lisääntyy. Olennaista on, että työssä oppimista painotetaan aiempaa enemmän, muotoja ovat oppisopimuskoulutus sekä ns. työssä oppimisen korvaava koulutussopimus. Tavoitteena ovat toimintojen selkiyttäminen ja joustavuuden lisääntyminen, tosin mm. työpaikoilla tapahtuvan oppimisen vastuisiin liittyvät kysymykset askarruttavat.

ERIKOISTUNEET YRITYKSET

Työvälinevalmistajien erikoistuessa yrityksinä pääasiassa työvälineiden valmistukseen perustettiin erillinen **Työvälineiden valmistajien toimialaryhmä** (1975) Suomen Metalliteollisuusyhdistykseen.
Konepajateknisesti työvälineiden valmistus on yksi vaativimmista toimialoista. Suomen työvälinevalmistajien teknologinen taso onkin hyvä. Alan osaajien pitää hallita materiaalit ja tekninen laatu kuin lämpö- ja pintakäsittelymenetelmätkin.
Yksi nopeutuvan kehityksen avaimia on tiedon kulun nopeutuminen. Aikana, jolloin ihminen oppi käyttämään työkaluja uuden tiedon siirtyminen naapurille saattoi kestää vuosia. Tätä kirjoittaessa on mahdollista, että tieto saavuttaa kohteensa toisella puolella maapalloa reaaliajassa.

Teknologiateollisuus ry:n Työvälineiden valmistajien toimialaryhmä koordinoi alan yritysten teollisuus- ja talouspoliittista yhteistyötä. Toimialaryhmän tärkein tehtävä on omaa toimialaa koskevan teknisen ja taloudellisen tiedon hankkiminen, muokkaaminen ja levittäminen jäsenten keskuuteen.

Toimialaryhmä osallistuu Teknologiateollisuus ry:n **Tuotanto- ja palveluverkoston** toimintaan.

Suomalaiset työvälinevalmistajat tuottavat erilaisia muotteja muovi-, metalliteollisuudelle sekä erilaisia meistejä, puristintyökaluja, teriä ja kiinnittimiä ja ohjaimia metalliteollisuudelle.

TOIMIALARYHMÄN PAINOPISTEALUEET

- toimialan kilpailukyvyn kehittämistyö
- suhdanneseuranta
- markkinatilanne seuranta
- työvoiman saatavuus, laatu ja koulutus
- laatujärjestelmät
- verkostoituminen
- läpimenoajan lyhentäminen
- koulutustilaisuudet
- kansainvälistyminen
- vientiyhteistyö

KIRJASARJAN TYÖSTÄMINEN

Pikku hiljaa kypsyi ajatus melko valmiiksi tuotetun aineiston hyödyntämisestä ja laajentamisesta. Kokemus työvälineiden suunnittelusta, niiden valmistuksesta ja alan kehittämisestä sekä uusien sukupolvien kouluttamisesta neljällä eri vuosikymmenellä oli kantavana juurena tämän kirjasarjan kokoamiseen.
Olen laajentanut tätä alun perin ammattioppilaitoksille suunnattua oppimateriaalia toimittamalla siihen lisäaineistoa toiminnastani työvälinesuunnittelun tuntiopettajana Tampereen Teknillisen Korkeakoulun (nyk. Tampereen Yliopisto) Tuotantotekniikan laitoksen, Tampereen Ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan opintolinjan sekä AEL:n (aik. Ammattienedistämislaitos) projekteissa vuosina 1987 – 2012. Työni ohella olen suunnitellut myös näyttötutkintoja kone- ja työkaluvalmistuksesta ALVAR'iin (Ammattitutkintoaineiston laadunvarmistus), jonne näyttötutkintojen opetusmateriaalit kootaan. Näiden "lastujen" korista löytynee jokaiselle tarkkaavalle lukijalle mielenkiintoinen työvälinevalmistuksen aihepiiri.

RUISKUVALUMUOTTI JA VALUPROSESSI kirja / kirjasarja on tarkoitettu oppilaitoksissa ja työpaikoilla oppi- ja lähdekirjaksi henkilöille, jotka ovat tuotannon suunnittelun tai toteutuksen kanssa tekemisissä. Moniammatilliseen käyttöön tarkoitetun kirjasarjan kohderyhmä on laaja: tuotantovälineiden valmistusta opiskelevat, tuotannon suunnittelijat, -toteuttajat ja -kehittäjät, ammatilliset opettajat ja työelämän esimiehet.

LÄHDEAINEISTO

Lähdeaineisto: www.valuatlas
ValuAtlas on valimoalalla toimivia yrityksiä ja heidän asiakkaitaan yhdistävä, palveleva ja tietoa tarjoava www-sivusto. ValuAtlas on suunniteltu valutuotteiden suunnittelijoille, valimoille, malliveistämöille, työvälinevalmistajille, tutkimuslaitoksille, opiskelijoille sekä muille alasta kiinnostuneille ja tietoa hakeville. ValuAtlasta ylläpidetään Tampereen teknillisen yliopiston, Valimoinstituutin sekä Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun Valimotekniikan välisenä yhteistyönä. Suuri osa oppimateriaalista on käytössä Tampereen teknillisen yliopiston, Aalto-yliopiston Teknillisen korkeakoulun, Tampereen ammattikorkeakoulun ja Tampereen ammattiopiston kursseilla.

HARRASTUS

Lapsuus katoaa, mutta ei koskaan lapsi. *Elmer Diktonius.* Ensi askeleet otin ammattiini kansakoulun alaluokilla, kun rakentelin kotona naapurin Juhan kanssa puisia autoja. Kuorma-autoissa oli kipit, hinausautoissa nostokampi puurattaineen ja yhdessä linja-autossa suuntaviitat, jotka nappia painamalla nousivat ylös. Kaikki autoni tein ilman piirustuksia. Nykyään leluja tehdessäni pitää ensin tehdä piirustus, ja vasta sen jälkeen alkaa valmistaa niitä.
Kymmenen vuotta sitten Sandvik Tampereen tehtaalta eläköityneenä työvälinesuunnittelijana/ sählääjänä, olen tämän tuotantoväline kirjasarjan työstämisen lisäksi julkaissut, PUUTYÖT HARRASTUKSENA 50 VUOTTA

kirjan. https://1drv.ms/b/s!AgmIzq_1uvK_ilnhYAHjpoYsdWcg Kirjassa käsittelen paljon mm. perinne- ja pulmaleluja. Vuonna 1900 pidetyn maailmannäyttelyn yhtenä vetonaulana piti olla ikiliikkuja, mutta sitä ei saatu toimimaan. Puutyöt harrastuksena kirjassa olen jatkokehitellyt Leonardo da Vinci'n keksintöjä ja ne toimivat (sivut 168…174).

OPETUKSESSA, jokainen uusi askel, jonka otat, nostaa valtavasti sen ensimmäisen askeleen arvoa. YKSI ASKEL KERRALLAAN. Älä koskaan väheksy alempia askelmia onnistumisen tikapuilla.

RUISKUVALUMUOTTI JA VALUPROSESSI

1. RUISKUVALU 8

2. VALUPROSESSI 9

3. RUISKUVALUKONE 12

4. RUISKUVALUN PROSESSIPARAMETRIT 15

RUISKUTETTAVAT MATERIAALIT 16

5. RUISKUVALUMUOTTI 19

5.1 Standardiosat 19

5.2 Lämmönsäätö 20

5.3 Syöttökanavistot 21

5.4 Kylmäkanavisto 22

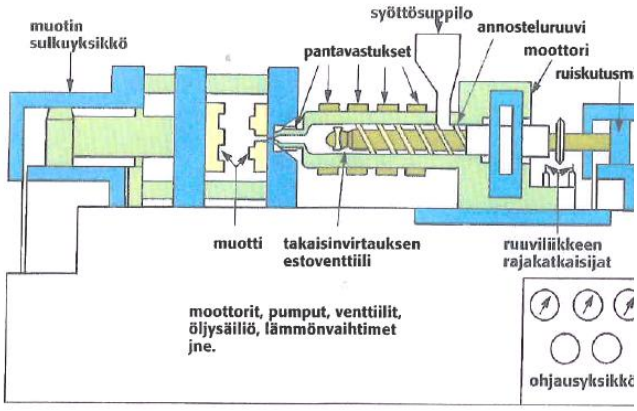
5.5 Kuumakanavisto 23

5.6 Uloslyöntijärjestelmä 25

5.7 Kaasunpoisto 25

1. RUISKUVALU

www.valuatlas > oppimateriaalit > kestomuottivalujen suunnittelu > valumenetelmät > **ruiskuvalu**



Ruiskuvalukoneen perusyksiköt ovat

1. Syöttölaitteet, joiden avulla raaka-aine annostellaan koneeseen.
2. Plastisointiyksikkö, jossa materiaali saatetaan virtausominaisuuksiltaan sopivaksi.
3. Ruiskutusyksikkö, jonka avulla massa ruiskutetaan muottionkaloon.
4. Muotti, jonka avulla ruiskutettavalle massalle annetaan haluttu muoto.
5. Sulkuyksikkö, joka pitää ruiskutusprosessin aikana muotinpuoliskot kiinni toisissaan.
6. Ohjausyksikkö, jonka avulla ohjataan ruiskuvaluprosessia.

2. VALUPROSESSI

Ruiskuvalu

Tuula Höök – Tampereen teknillinen yliopisto
Sanna Nykänen – Tampereen teknillinen yliopisto

Valuprosessi

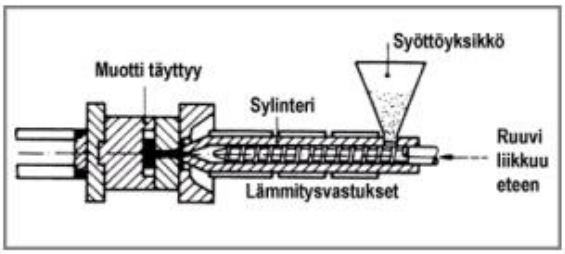
Ruiskuvalu on termoplastisten polymeerien ja elastomeerien, termosettien ja joidenkin silikonilaatujen valamiseen käytettävä menetelmä. Ruiskuvalulaitteistoon kuuluu ruiskuvalukone, ruiskuvalumuotti ja (usein koneesta erillään oleva) muotin jäähdyttämiseen käytettävä laitteisto.

Ruiskuvalukoneen valujakso voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin:

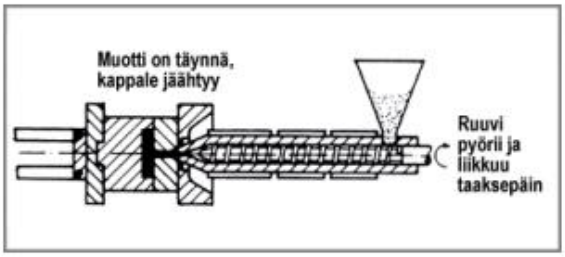
- Muotin sulkeminen
- Muotin täyttäminen eli ruiskutus (Kuva 1 a)
- Jälkipaine ja kappaleen jäähdytys (Kuva 1 b)
- Muotin avaaminen ja kappaleen ulostyöntö (Kuva 1 c)

Näiden rinnalla kulkee toinen prosessi, jonka tarkoituksena on valmistaa uusi raaka-aineannos täytettäväksi muottiin seuraavan valujakson aikana. Annoksen valmistamiseen kuuluu:

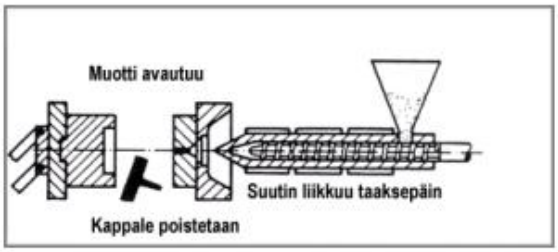
- Raaka-aineen syöttö ruuville
- Raaka-aineen plastisointi



a) Muotin täyttäminen



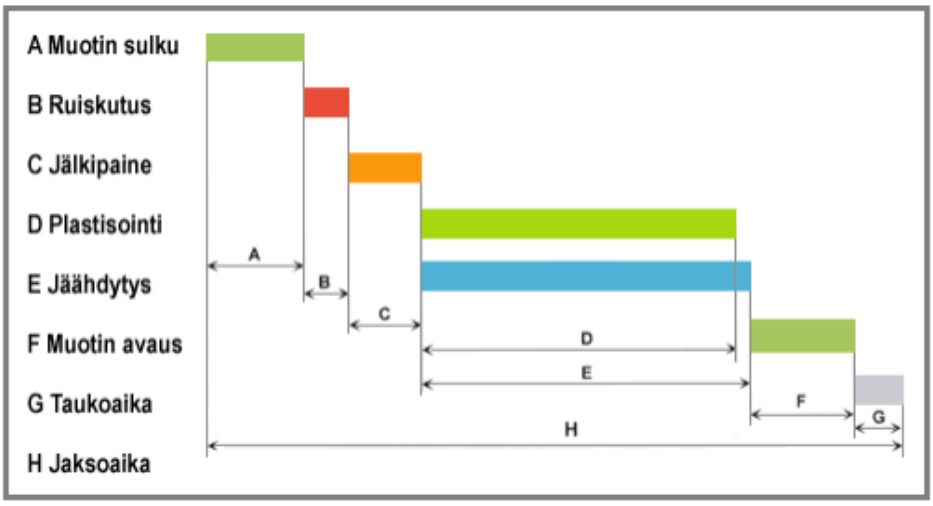
b) Jälkipaine ja kappaleen jäähdytys



c) Muotin avaaminen ja kappaleen ulostyöntö

Kuva 1. Ruiskuvaluprosessin vaiheet

Ruiskuvalukoneen valujakson vaiheet on esitetty väripylväin seuraavassa kuvassa (Kuva 2). Pylvään pituus kuvaa kunkin vaiheen suhteellista kestoa. Ruiskuvalukoneen jaksoaika (H) on aika, joka alkaa muotin sulkemisesta (A) ja kestää muotin avaamista ja kappaleen poistamista (F) seuraavan tauon (G) loppuun. Jaksoaika on siis yhden muottipesällisen valmistukseen kuluva aika. Se riippuu kappaleen muodoista ja valettavan materiaalin ominaisuuksista. Kappaleen jäähdyttämiseen kuluva aika (E) vaikuttaa eniten kokonaisjaksoajan pituuteen.



Kuva 2. Ruiskuvalun vaiheet ja ruiskuvalukoneen jaksoajan jakautuminen. (Lähde: Järvelä et al., Ruiskuvalu, Plastdata Oy, 2000)

Raaka-aineen syöttö ruuville

Raaka-aineen syöttö tapahtuu yksinkertaisimmillaan painovoimaan perustuvana virtauksena syöttösuppilosta ruuviin. Hyvin usein raaka-aineen syöttölaitteen yhteydessä on raaka-aineen kuivauslaitteisto. Jos raaka-aine ei virtaa hyvin, käytetään apuna pakkosyöttölaitteita.

Muotin sulkeminen

Muotin sulkemisliike on alussa nopea ja hidastuu sulkemisen loppuvaiheessa muotin jakopintojen ollessa lähellä toisiaan. Ruiskuvalukoneet luokitellaan sulkuvoiman perusteella. Sulkuvoimalla tarkoitetaan voimaa, jolla ruiskuvalukone kykenee puristamaan muottipuoliskoja toisiaan vasten valuprosessin aikana.

Muotin täyttäminen

Ruiskuvaluprosessin tärkein vaihe on muotin täyttäminen. Perusvaatimuksena on, että massan jähmettymisen pitäisi tapahtua mahdollisimman tasaisesti ja tästä syystä muotin tulee täyttyä nopeasti, käytännössä niin nopeasti kuin mahdollista.

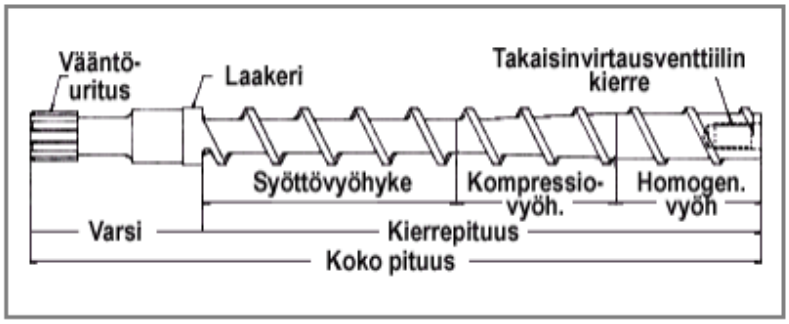
Ruiskuvalukone kuljettaa kappaleen valuprosessin rinnalla raaka-aineen valmisteluprosessia. Ruiskutusyksikössä on jo odottamassa valmis raaka-aineannos, kun muottia suljetaan. Ruiskutusyksikkö voidaan raaka-aineesta ja siinä olevan suuttimen tyypistä riippuen pitää jatkuvasti muotissa kiinni tai ajaa taaksepäin muotin täyttövaiheen päätyttyä. Muotin täyttäminen eli ruiskutus voidaan aloittaa heti, kun muotti on täysin suljettu ja ruiskutusyksikön suutin on tiiviisti muotin suutinta vasten. Ruiskutuksen kesto vaihtelee kymmenesosasekunneista muutamaan sekuntiin muovilajista, kappaleen paksuudesta ja muodosta riippuen. Ruiskutusvaiheella täytetään muottipesän tilavuudesta n. 95 %.

13.12.2009 - Ruiskuvaluprosessi - 2

Ruiskutusvaihetta seuraa jälkipainevaihe, jonka tarkoituksena on täyttää ruiskutusvaiheessa täyttymättä jäänyt osa muottipesän tilavuudesta sekä kompensoida muovin kutistumaa. Jälkipaineella on huomattava vaikutus kappaleen mittatarkkuuteen, muovin sisäisiin jännityksiin sekä kappaleen painoon.

Raaka-aineen plastisointi

Ruiskuvalukone aloittaa uuden raaka-aineannoksen valmistelun jälkipainevaiheen päätyttyä. Vaihetta kutsutaan plastisoinniksi. Plastisointi tapahtuu nykyisissä koneissa ulkoisen lämmön ja ruuvin avulla. Seuraavassa kuvassa (Kuva 3) on esitetty kaaviokuva normaalista ruiskuvalukoneen ruuvista eri vyöhykkeineen.



Kuva 3. Ruiskuvalukoneen ruuviin vyöhykkeet. Ruuvi jaetaan kolmeen vyöhykkeeseen: syöttö-, kompressio- (paineistus) ja homogenointivyöhyke. Syöttövyöhykkeen tehtävänä on raaka-aineen kuljettaminen ja tiivistäminen; kompressiovyöhykkeen tehtävänä sen sulattaminen. Sulamiseen tarvittava energia syntyy pääasiassa raaka-ainepartikkelien esim. granulaattien hankautuessa toisiinsa ja sylinterien seinämiä vasten. Hankauksessa partikkeleihin kohdistuu leikkaavia voimia. Samalla vapautuu energiaa. Homogenointivyöhykkeellä sulatettu massa sekoitetaan mahdollisimman tasalaatuiseksi.

Usein muovimateriaalista irtoaa sen plastisoinnin aikana höyryjä ja kaasuja, jotka voivat aiheuttaa valukappaleeseen huokoisuutta tai heikentää sen pinnanlaatua. Kappaleen pinnasta on helposti havaittavissa, jos muottiin on jäänyt ilmaa tai vesihöyryä. Ongelman ratkaisemiseksi on kehitetty ns. kaasunpoistoruuveja.

Jäähdytys

Muovimassan jäähtyminen alkaa välittömästi sen kohdattua kylmän muottipinnan, mutta varsinaisen jäähdytysajan katsotaan alkavan jälkipainevaiheen päätyttyä. Jäähdytysajasta muodostuu ruiskuvalukappaleen jaksonaikaa hallitseva tekijä, sillä muovien ruiskutuslämpötilat ovat suhteellisen korkeita (150 - 450 °C) ja massan lämpötilan on laskettava n. 60 - 200 °C:een ennen kuin kappale voidaan poistaa muotista.

Muotin avaus ja ulostyöntö

Kun kappale on jäähtynyt ja jähmettynyt riittävästi muotissa, voidaan muotti avata ja kappale työntää muotista ulos. Jos taukoaikaa ei tarvita, voidaan seuraava ruiskuvalujakso aloittaa tämän jälkeen. Usein taukoaika on tarpeellinen, jos esim. kappale ei irtoa muotista yhdellä ulostyöntökerralla. Kun taukoaika on päättynyt, alkaa uusi ruiskuvalujakso muotin sulkemisella.

3. RUISKUVALUKONE

Ruiskuvalukone

Ruiskuvalukoneen (Kuva 4) pääasialliset tehtävät ovat muotin avaus ja sulkeminen, muottipuolikkaiden riittävän sulkuvoiman muodostaminen, plastisoidun massan ruiskutus muottiin ja uuden massa-annoksen plastisointi seuraavaa muotin täyttämistä varten.

Ruiskuvalumuotti valmistetaan lähes aina pelkästään yhtä tuotetta tai tuoteperhettä varten. Konetta voidaan kuitenkin käyttää yhdessä erilaisten muottien kanssa siten, että muotin koko ja valettavan kappaleen tilavuus ovat koneelle sopivat. Muovisula ruiskutetaan useimmiten hyvin suurella nopeudella muottipesään. Vaadittavan nopeuden saavuttamiseksi ja muotin täyttymisen varmistamiseksi tarvitaan korkea ruiskutuspaine. Ruiskutuspaine aiheuttaa muotissa massan paineen, joka pyrkii aukaisemaan muottia ja tälle voimalle tarvitaan vastavoima, eli sulkuvoima.

Ruiskuvalukoneet luokitellaan yleensä sulkuvoiman, ruiskutuspaineen tai ruuvikoon mukaan. Tavanomaisille koneille alueet ovat yleisesti seuraavat:

- Sulkuvoima 200 - 100000 kN
- Ruiskutuspaine 120 - 250 MPa
- Ruuvin halkaisija 18 - 120 mm

Ruiskuvalukone voidaan jakaa neljään toiminnalliseen yksikköön:

- Sulkuyksikkö
- Ruiskutusyksikkö
- Käyttöyksikkö
- Ohjausyksikkö

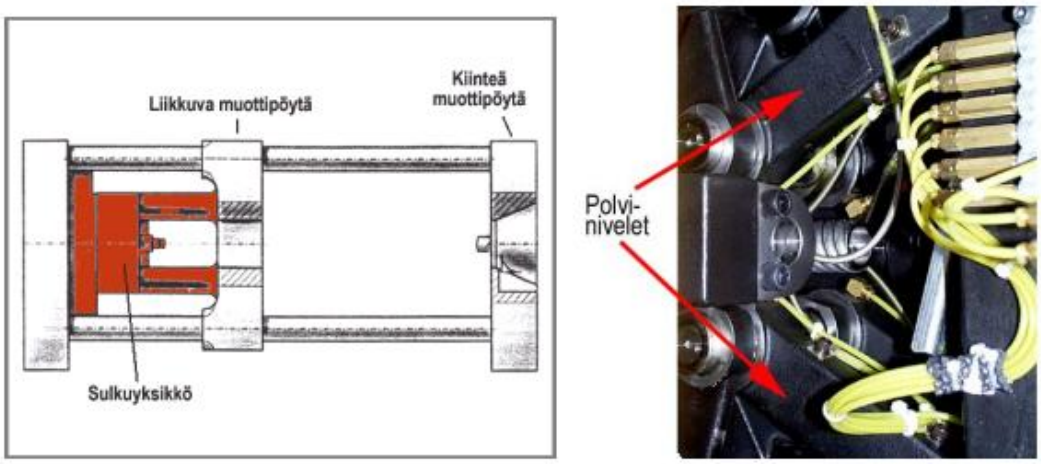
Kuva 4. Ruiskuvalukone.

Sulkuyksikkö

Sulkuyksikkö (Kuva 5) on yleensä ruiskuvalukoneen kookkain osa. Sulkuyksikkö avaa muotin kappaleen ulostyöntöä varten ja sulkee sen ennen seuraavan massan ruiskutusta. Sulkuyksikkö koostuu kolmesta levystä, joista etulevy on kiinteästi kiinni ruiskuvalukoneen rungossa ja johon muotin etupuolisko kiinnitetään. Takimmainen levy toimii sulkuyksikön toisena ankkurilevynä. Etu- ja takalevy ovat normaalisti kiinni toisissaan neljän yhdensuuntaisen johteen avulla. Näiden levyjen välissä on kolmas levy, johon kiinnitetään takamuotti ja joka pystyy liikkumaan vapaasti etu- ja takalevyn välisten johteiden välissä. Takalevyyn on rakennettu ns. ulostyöntösylinteri, joka ohjaa takamuotissa olevaa kappaleenpoistomekanismia.

13.12.2009 - Ruiskuvaluprosessi - 4

Sulkuvoima on keskeisin ruiskuvalukoneen kokoa ja suorituskykyä kuvaava tekijä. Sulkuvoimat vaihtelevat muutamasta tonnista aina 10 000 tonniin asti. Useimmissa ruiskuvalukoneissa on polvinivelistö, joka tukee liikkuvaa muottipöytää ruiskutusprosessin aikana ja tuottaa sulkuvoiman yhdessä sulkusylinterin kanssa.



Kuva 5. Vasemmalla: Sulkuyksikön rungon kaaviokuva. Oikealla: Polvinivelistöä.

Ruiskutusyksikkö

Ruiskutusyksikön päätehtävät ovat:

- Lämmittää ja plastisoida muoviraaka-aineet, jotka on syötetty suppilon kautta koneen sylinteriin
- Ruiskuttaa plastisoitu muoviraaka-aine muottipesään
- Muodostaa jälkipaine

Lisäksi:

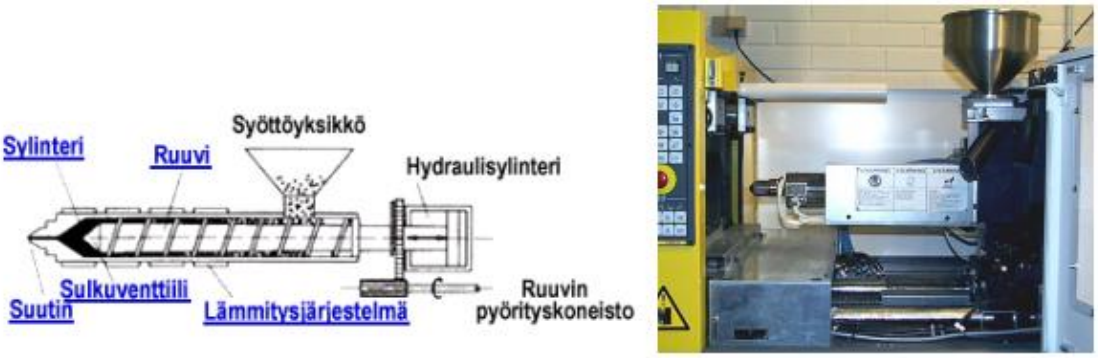
- Siirtää tarvittaessa ruiskutusyksikkö muottia vasten ja vastaavasti irrottaa sen ruiskutusjakson jälkeen
- Muodostaa voima, jolla ruiskutusyksikön suutin pidetään tiiviisti muotin suutinta vasten

Ruiskutusyksikön tärkeimmät osat ovat syöttösuppilo, sylinteri, ruuvi, sulkurengas, suutin sekä lämmitysvastukset (Kuva 6). Ruuvi liikkuu plastisointivaiheessa taaksepäin keräten eteensä yhteen ruiskutuskertaan tarvittavan materiaalimäärän. Itse ruiskutusvaiheessa ruuvi liikkuu eteenpäin työntäen plastisoitua massaa muottiin ja ruuvissa oleva sulkurengas estää massan virtauksen taaksepäin. Ruiskutustilavuus on eräs ruiskuvalukoneen kokoa kuvaava suure.

Ruiskutusliike saadaan aikaan hydraulisylinterillä, joka työntää ruuvia eteenpäin antaen massalle ruiskutuspaineen, joka maksimissaan on alueella 1500...2000 bar.

Ruiskutussylinterin kärjessä on suutin, jonka kautta massa ruiskutetaan muottiin. Suutin voi olla varustettu sulkumekanismilla, joka estää massan virtaamisen plastisointivaiheen aikana pois sylinteristä. Sulkusuutin voi olla joko ulkoisesti ohjattu tai paineohjattu.

Massan takaisinvirtaus sylinterissä estetään sulkurenkaan avulla, joka toimii eräänlaisena takaisku-venttiilinä systeemissä.



Kuva 6. Vasemmalla: Kaaviokuva ruiskutusyksiköstä. Oikealla: Ruiskutusyksikkö.

Ohjausyksikkö
Pääosa ruiskuvalukoneista on tällä hetkellä tietokoneohjattuja. Ohjaus tapahtuu ns. ohjausyksikön avulla. Ohjausyksiköllä säädetään ja ohjataan normaalisti seuraavia toimintoja:

- Sylinterilämpötilat, sulan, kuumakanavan ja muotin lämpötila
- Kierukkaruuvin pyörimisnopeus, ruiskutusnopeus
- Jälkipaine
- Pöydän liikkeet, keernatoiminnot

Muotti

Muotti on ruiskuvalukoneen vaihdettava osa, jonka avulla ruiskuvalettavalle kappaleelle annetaan haluttu muoto. Ruiskuvalumuotti on paineastia, joka on mitoitettava kestämään sulan materiaalin paine valutapahtuman aikana. Käytännössä paine saattaa nousta korkeimmillaan aina 2 000 bar saakka.

Ruiskuvalumuottien valmistukselle on tällä hetkellä tyypillistä se, että muotit pyritään tekemään mahdollisimman pitkälle standardiosista ja moduulirakenteisena. Standardiosista ja modulaarisuudesta on esimerkiksi seuraavia hyötyjä:

- Muotti on nopeampi valmistaa
- Osat ovat vaihtokelpoisia
- Muotin laatu on parempi
- Vanhoja muotteja voidaan käyttää uudelleen

Yksinkertaisimmillaan muotti koostuu kahdesta osasta, jotka on kiinnitetty ruiskuvalukoneen muottipöytiin. Kaksi peruselementtiä, kiinteä muottipuolikas ja liikkuva puolikas, voidaan löytää jokaisesta ruiskuvalumuotista.

Muotin perustehtävät ovat

- Toimia massasulan juoksukanavana
- Antaa ruiskuvalukappaleelle haluttu muoto
- Jäähdyttää ja jähmettää massasula kiinteään muotoon
- Poistaa valmis kappale muottipesästä

4. RUISKUVALUN PROSESSIPARAMETRIT

Ruiskuvalun prosessiparametrit

Ruiskuvalun prosessiparametrit jakaantuvat seuraavanlaisesti:

- **Lämpötilat:** Sylinteri ja muotti
- **Nopeudet:** Ruuvin pyörimisnopeus (annostelunopeus), ruuvin ruiskutusnopeus ja jälkipainenopeus (muotin liikenopeus ja ulostyöntönopeus)
- **Paineet:** Vastapaine, ruiskutuspaine, jälkipaine
- **Ajat:** Jälkipaineaika, jäähdytysaika (maksimi ruiskutusaika ja annosteluaika)

Annostelunopeus
Nostamalla ruuvin pyörimisnopeutta eli annostelunopeutta pystytään lyhentämään annosteluaikaa. Liian suuri annostelunopeus saattaa johtaa sulamattomiin granulaatteihin ja massan hajoamiseen. Osittain kiteisten muovien annostelun pitäisi tapahtua hitaammin kuin amorfisten muovien.

Vastapaine
Vastapaine vastustaa ruuvin liikettä taaksepäin plastisoinnin aikana. Vastapaine auttaa massan homogenoimista ja sulattamista lisäämällä massan sisäistä kitkaa. Sisäisen kitkan vaikutus on suurimmillaan ruuvin etuosan homogenointivyöhykkeellä. Liian matala vastapaine saattaakin johtaa epähomogeeniseen sulaan, jossa voi jopa olla osittain sulamattomia granulaatteja. Liian suuri vastapaine puolestaan voi johtaa massan termiseen hajoamiseen. Amorfisten muovien vastapaineen kesto ruiskuvalussa on yleensä huomattavasti pienempi kuin osittain kiteisten muovien.

Ruiskutuspaine
Ruiskutuksen aikainen paine ei ole vakio. Asetusarvo saavutetaan usein vasta muotin täyttymisvaiheen lopussa. Ruiskutuspainetta on oltava riittävästi, jotta massa saadaan virtaamaan riittävästi muotin täyttymiseen. Painetta ei kuitenkaan saisi olla tätä enempää. Ohutseinämäiset tuotteet, jotka vaativat pitkä virtausmatkan, vaativat myös korkean ruiskutuspaineen.

Ruiskutusnopeus
Ruiskutusnopeus säätelee ruiskutusvaihetta. Tarkoituksena on saavuttaa pienin mahdollinen ruiskutuspaine, jolla muotti saadaan täyttymään. Ruiskutusnopeudella on vaikutus kappaleen pinnanlaatuun ja sisäisiin jännityksiin. Muovi on ruiskutettava niin nopeasti, ettei sen jähmettymistä ehdi tapahtumaan ennen muotin täyttymistä.

Jälkipaine ja paineenvaihto ruiskutuspaineelta jälkipaineelle
Jälkipaineella pyritään kompensoimaan massan terminen kutistuminen sen jähmettyessä. Paineen vaihtaminen oikeassa kohdassa ruiskutuspaineelta jälkipaineelle on tärkeää, sillä vääräaikainen vaihto voi johtaa esim. mittatarkkuusongelmiin kappaleessa, jännityssäröilyyn sekä sisäisiin jännityksiin (jäännösjännitykset).

Paineenvaihtokohta määräytyy joko

- ruuvin matkasta
- tai ruiskutusajasta
- tai hydraulipaineesta
- tai muottipaineesta

Myöhästynyt paineenvaihto aiheuttaa painepiikin ja saattaa vahingoittaa muottia sekä aiheuttaa pursetta. Liian aikainen vaihto voi puolestaan aiheuttaa vajavaisesti täyttyneen kappaleen sekä erittäin hidas lopputäyttö voi johtaa kosmeettisiin ongelmiin tai heikkoihin yhtymäsaumoihin.

Jälkipainevaiheessa ruuvi liikkuu hitaasti ja puristaa massaa muottiin. Se on tyypillisesti 40 -80 % ruiskutuspaineesta. Jos jälkipaine ei ehdi vaikuttaa riittävää aikaa, syntyy kappaleen pintaan epätasaisuuksia, kuplia ja kieroutumista. Liian korkea jälkipainetaso johtaa sisäisiin jännityksiin kappaleessa ja vastaavasti liian matala jälkipainetaso johtaa liian vajaaseen täyttöön. Jälkipaineaika on riippuvainen portin koosta sekä kappaleen seinämänvahvuudesta.

Sylinterin lämpötila
Sylinterin lämpötila on riippuvainen materiaalista (raaka-ainetoimittajien ohjelämpötilat!) sekä jonkin verran annoskoosta ja kappaleen seinämänvahvuudesta. Heikosti virtaavat materiaalit tarvitsevat korkeamman sylinterin lämpötilan.

Muotin lämpötila
Muotin lämpötilalla on vaikutus

- Sykliaikaan: muotin lämpötilan nostaminen yhdellä asteella pidentää sykliä 2%.
- Tuotteen ominaisuuksiin:
  - kiteisyysasteeseen ja kiteiden kokoon
  - jäännösjännityksiin -> vääntyilyyn
  - pintavirheisiin
  - kutistumaan

Korkealla muotin lämpötilalla saavutetaan usein paremmat tuoteominaisuudet. Samalla kuitenkin sykliaika pidentyy.

Jäähdytysaika
Jäähdytysjakso alkaa heti massasulan virratessa muottiin. Sitä jatketaan kunnes kappale on mitoiltaan tarkka sekä riittävän jäykkä., jottei sen deformoitumista tapahdu poistettaessa sitä muotista. Jäähdytys jatkuu siis vielä jälkipaineen jälkeenkin.

Poistettaessa ruiskuvalukappale muotista, joutuu se muotista poikkeavaan ympäristöön. Lämpötilaolosuhteet saattavat muuttua sekä jälkipaineen aiheuttamat sisäiset jännitykset pystyvät purkautumaan kappaleen muodon vääristyminä, koska muotin tukea ei enää ole. Lyhyt jäähdytysaika vaikuttaa usein merkittävällä tavalla kappaleen jännitysten laukeamiseen ulostyönnön jälkeen. Pitkä jäähdytysaika puolestaan yleensä pienentää kappaleessa syntyvää kutistumaa.

Ruiskuvalettavat materiaalit

Ruiskuvalua käytetään kestomuovien, termoelastien ja kumien työstön lisäksi myös jossakin määrin kertamuovien ja lujitemuovien valmistuksessa. Ruiskuvalumenetelmä soveltuu lähinnä seuraavissa tapauksissa:

- Materiaali muovattavissa paineen avulla
- Materiaalilla riittävät virtausominaisuudet
- Epäsymmetrinen muotokappale
- Suuret valmistusmäärät

Esimerkiksi seuraavat materiaaliryhmät ovat työstettävissä ruiskuvalun avulla:

- Kestomuovit
- Kertamuovit
- Seokset
- Komposiitit
- Solumuovit
- Kumit
- Keraamit
- Metallit

Erikoisprosessit

Ruiskuvaluprosessia voidaan modifioida vastaamaan erilaisia tarpeita ja siitä onkin kehitetty monenlaisia erikoistekniikoita. Seuraavassa on mainittu joitain niistä.

- **Kaasuavusteinen ruiskuvalu**

- **Monikomponenttiruiskuvalu**

- **Muotissa pinnoittaminen:** Muotissa pinnoittamisen tavoitteena on saada ruiskuvalettava kappale kerralla valmiiksi. Näin pystytään välttämään kappaleen pintakäsittely ja pinnoittaminen jälkeenpäin. Suursarjatuotannossa muotissa pinnoittaminen on huomattavasti jälkeenpäin tapahtuvaa pinnoittamista edullisempi vaihtoehto. Erilaisia muotissa pinnoittamisen tekniikoita ovat:
  - **Muotissa etiketöinti:** Muottionkaloon asetetaan etiketti, joka on mahdollista kiinnittää muotin pintaan kiinni alipaineen avulla ja ruiskuvalun aikana se tarttuu kiinni sulaan muovimassaan. Näin tehdään pääasiassa etikettejä muovikappaleen tasomaisiin pintoihin. Prosessi on melko hidas, sillä etiketin laitto muottionkaloon tapahtuu muotin ollessa auki.
  - **Pinnoittaminen insertin avulla:** Ruiskuvalettavaan kappaleeseen haluttu pinnoite laitetaan valmiina inserttinä muottionkaloon.
  - **Siirtokalvopinnoitus:** Siirtokalvopinnoituksessa valmiiksi tehty kalvo lämmitetään ennen ruiskuvalua ja muovataan muotin muotoihin, jonka jälkeen muottionkalo täytetään muovilla.

- **Taustaruiskuvalu:** Taustaruiskuvalussa ruiskuvalettava kappale pinnoitetaan esim. tekstiilikudoksella ruiskuvaluprosessissa.

Lähteet

Järvelä et al., Ruiskuvalu, Plastdata Oy, 2000.

Polymeerimateriaalien prosessointi- luentomoniste, TTY, Muovi- ja elastomeeritekniikan laboratorio.

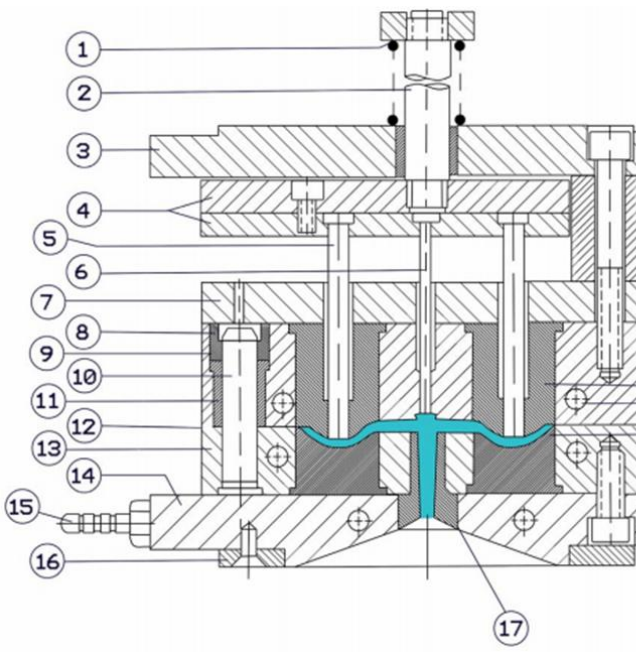
Ruiskuvalukoulutus- luentokalvot, Heli Vesanto.

Polymeerimateriaalien muotit ja työkalut- luentomoniste, TTY, Muovi- ja elastomeeritekniikan laboratorio.

5. RUISKUVALUMUOTTI

Lähteet:
www.tut.fi/plastics/tyreschool/tuula/Ruiskuvalu/suomi/ruiskuvalukone/6/index.html,
Muotin suunnittelu ja valmistus – Paine- ja ruiskuvalutekniikka. ISBN 952-15-1095-1, TTY-Paino

Johdanto
Ruiskuvalumuotti on muovituotteelle halutun muodon antava työkalu. Sen toimintaperiaate on seuraavanlainen: Ruiskuvalukoneessa sulatettu muovimassa ruiskutetaan suurella paineella muotin suuttimeen, joka ohjaa massan suoraan muotoa antavaan tuotepesään. Muotin suuttimesta sula massa voidaan ohjata tuotepesään myös sitä varten tehdyn kanaviston kautta. Pesän täytyttyä temperoinnilla kiteytetään sulaa muovimassaa kunnes se saavuttaa tilan, jossa se on riittävän luja ulostyönnettäväksi. Ennen ulostyöntöä muotti aukaistaan, jotta ulostyöntö voi pudottaa tuotteen vapaasti muotista. Tämän jälkeen muotti jälleen suljetaan ja uusi kierto alkaa. Oheisessa kuvassa ruiskuvalumuotti, jossa osien nimitykset. (tummennetut osat muottistandardiosia)



1. **Ulostyönnön palautusjousi**
2. **Ulostyöntötanko**
3. **Kiinnityslevy**
4. **Ulostyöntö- ja ulostyöntötukilevy**
5. **Ulostyöntötappi**
6. **Valutapin ulostyöntötappi**
7. **Välilevy**
8. **Holkki**
9. **Muottilevy**
10. **Ohjaustappi**
11. **Ohjausholkki**
12. Jakotaso
13. **Muottilevy**
14. **Kiinnityslevy**
15. **Jäähdytysnesteen liitin**
16. **Ohjausrengas**
17. **Muotin suutin**
18. Muottipesäistukas (insertti)
19. Jäähdytyskanava
20. Muottipesäistukas (insertti)
21. **Tukipala**

Muotin puoliskoa, jossa suutin sijaitsee kutsutaan suutin- tai kiinteäksi puoleksi. Vastaavasti puoliskoa, jolla ulostyöntöelementit sijaitsee kutsutaan ulostyöntö- tai liikkuvaksi puoleksi.

5.1 Standardiosat

Muottien perusrakenteet ovat yleensä hyvin samanlaisia ja standardiosat standardien mukaisia valmiita muottiosia. Jokaisella valmistajalla on omat standardinsa, vaikka ne ovat suurilta osin yhteneviä. Standardien erot rajoittuvat muottilevyn reikien halkaisijoihin ja sijaintiin levyn keskiöön nähden. Muottivalmistajat tekevät muotteja tyypillisesti yksittäiskappaleina tai pienerätuotantona, joten on taloudellisesti kannattavaa ostaa suhteellisen yksinkertaiset muotin rakenneosat valmiina. Standardina voi ostaa lähes kaikki mitä tarvitaan uuden muotin valmistamiseen pois lukien muotoa tekevät komponentit.

Standardiosilla on seuraavia etuja:

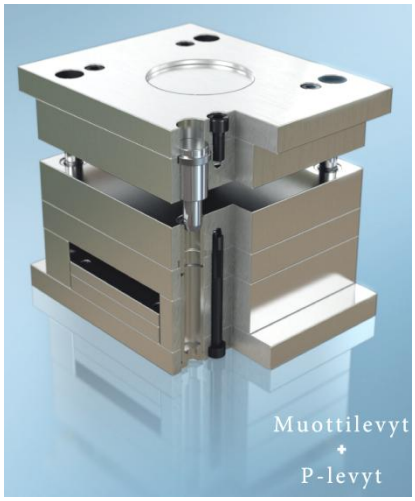
- Standardiosien kustannukset ja toimitusajat ovat tiedossa varhaisessa vaiheessa muotin suunnittelu- ja valmistusprosessia.
- Pystytään yhdenmukaistamaan muotteja ja pienentämään varaosavarastoa, jolloin ostot ja varastonhallinto helpottuu
- Nopeuttaa muotin suunnittelua ja valmistusta
- Osat ovat vaihtokelpoisia, joten muotin korjaus ja huolto on helpompaa. Standardiosien nopean saatavuuden ansiosta myös varaosien varastointitarve vähenee.
- Muotinsuunnittelijat ja –valmistajat voivat keskittyä tuotteelle muotoa antavien osien tekemiseen, mikä lyhentää läpäisyaikaa ja supistaa tarvittavaa konekantaa.
- Virhemahdollisuudet vähenevät muotin suunnittelussa ja valmistuksessa.
- Helpottaa pikavaihdon tekemistä.

Rajoitukset:

- Erilaisia muottikokoja on rajallinen määrä ja suurimmat koot ja syvyydet ovat suhteellisen pieniä, suurimmillaan muottirungon koko on 800 x 1000 x 200 mm.
- Suuremmilla muottipaketeilla on usein viikkojen toimitusajat.
- Temperointikanaviston sijoittelu voi olla vaikeaa, kun muottien komponenttien asemat on määrätty. Ei koske P-levyjä, joissa muotin valmistaja määrittää reikien paikat levyihin.
- Eri valmistajien standardit eivät ole täysin yhteneviä. Yleisstandardiksi on vakiintunut Euro-standardi (Hasco), mutta joillakin toimittajilla on vielä sen lisäksi omia standardeja.

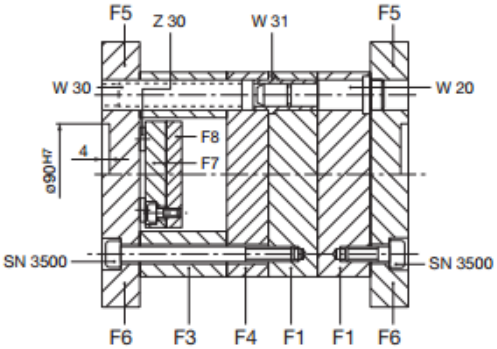
Muottipaketit ja muottikomponentit

Suunnittelijalla on valittavana täysin valmiita muottipaketteja, joita on kokoluokasta 100x 100 mm aina 800 x 1000 mm asti. Jokaiselta standardiosien valmistajalta löytyy eritasoinen skaala valmisosia muotin suunnittelija ja valmistajan käyttöön. Näistä muottipaketeista ja komponenteista kootaan haluttu kokonaisuus. Levyille on valittavissa materiaali tarpeen mukaan, raaka-aineita ovat rakenne-, nuorrutettu- ja karkaistava työkaluteräs. Levyt toimitetaan lämpökäsittelemättöminä, joten niiden koneistaminen on helppoa.



OXA

STRACK® NORMALIEN



Muottipaketit ja – komponentit, STRACK (Oinonen Oy)

Ohjaustapit ja keskityselementit
Ohjaustappien, holkkien sekä keskityselementtien tarkoitus on kohdistaa muotinpuoliskot toisiinsa nähden tarkasti. Samalla ne pitävät muotinpuoliskon levyt keskenään ohjauksessa. Jos muotinpuoliskot eivät ole tarkalleen vastakkain, tulee vastaavansuuruinen siirtymä jakosauman kohdalle, näin käy joskus kun muotin ohjausosat ovat päässeet kulumaan. On syytä käyttää ohjaustapeissa ja holkeissa periaatetta 3 + 1 eli yksi ohjaintappi ja holkki on ohjausosaltaan halkaisijaltaan muista poikkeava. Tämä estää muotinpuoliskojen asettamisen ristiin, jolloin samalla saatetaan aiheuttaa muotille erittäin suurta vahinkoa.

Ohjausrengas
Ohjausrengas keskittää koneen suuttimen ja nuotin saamalle linjalle. Se on yleensä vaihdettavissa, jotta muotti voidaan asentaa eri koneisiin. Renkaan koko muuttuu koon ja sen merkin mukaan. Yleensä ohjausrengas on vain muotin suutinpuolella mutta etenkin isommille muoteille on suositeltavaa käyttää ohjausrengasta myös ulostyöntöpuolella.

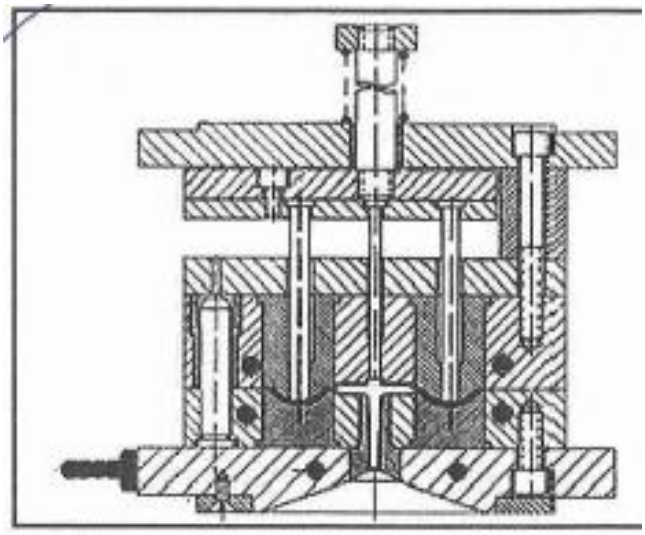
Suuttimet
Suutin ohjaa kuuman sulan muovimassan suoraan tuotteelle muodon antavaan tuotepesään tai muotin jako- kanavistoon, joka ohjaa sulan massan pesään. Standardiosina on sekä kylmä- että kuumakanavamuoteille. Suuttimia saa myös aihiona, jolloin suuttimen kanava työstetään itse. Suuttimen kannassa on pallomainen upotus tietyllä säteellä ja sen pitää vastata koneen suuttimen sädettä. Avosuuttimen pidätinholkki tulee vastaan muotissa, jolla varmistetaan kanaviston jääminen muotin ulostyöntöpuolelle.

Ulostyöntöosat
Standardiosina myydään työkaluteräksestä tehtyjä ulostyöntötappeja ja ulostyöntöholkkeja. Ulostyöntöosia on normaalisti saatavana karkaistuna ja nitrattuna käyttökohteesta riippuen.

Temperointiosat
Standardiosien valmistajilla on laaja kirjo komponentteja temperointijärjestelmän toteuttamista varten.

5.2 Lämmönsäätö

Yleisesti voidaan sanoa, että muotti on tuotteelle muodon antava lämmönvaihdin. Muotissa tärkein paino pitää antaa muottipesän tai muottipesien tasaiselle temperoinnille. Vasta tämän jälkeen tulevat muotin muut ominaisuudet, kuten ulostyöntö. Temperoinnin tarkoituksena on pitää muotti hallitusti ja tasaisesti valitussa lämpötilassa. Muotin lämpötila määräytyy käytettävän muovin mukaan mutta on normaalisti 20…120 C^{o}.



Lämmönsäätöjärjestelmä

Lämmönsäätöjärjestelmän tarkoituksena on pitää muotti oikeassa lämpötilassa siten, että jähmettyvä kappale luovuttaa lämpöä sopivalla nopeudella. Muotin lämpötila nousee aina, kun muottipesään ruiskutetaan sulaa muovia. Muottimateriaalin täytyy johtaa lämpö pois, jotta muovi jähmettyisi. Lämpö johtuu ja kappale jähmettyy ainoastaan siinä tapauksessa, että muotti on riittävän viileä muovin lämpötilaan verrattuna.

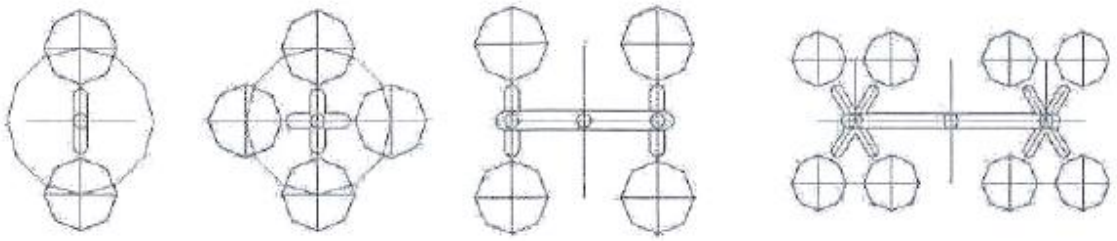
Lämmönsäätöjärjestelmään kuuluu yksi tai useampia vesi- tai öljy kiertoisia jäähdytyskanavia. Vedellä on paremmat lämmönsiirto-ominaisuudet kuin öljyllä. Se on myös puhtaanpaa. Toisinaan lämmönsäätöjärjestelmään valmistetaan paikallisia lämmitysvastuksia.

5.3 Syöttökanavistot

Pesien sijoittelu

Ruiskuvalumuotissa voi olla yksi tai useampi pesä, joka antaa tuotteelle halutun muodon. Kun tehdään yksipesäinen muotti on tuotteen sijoittaminen muottiin helppoa kuten myös temperoinnin järjestäminen tuotepesän ympärille.

Kaksi- tai useampipesäisen muotin pesien sijoittelussa on tärkeää, että muotin jokainen pesä täyttyy mahdollisimman samanaikaisesti. Kanavistoista tulisi tehdä mahdollisimman lyhyitä, sillä niiden pituuden kasvaessa myös jätteiden määrä kasvaa.

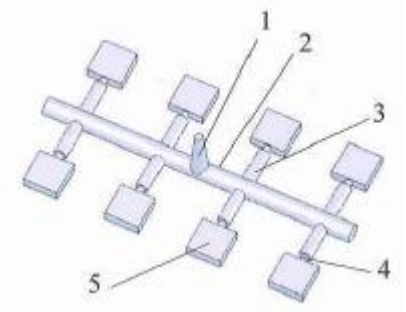


Esimerkkejä tyypillisistä muottipesien sijoittelusta.

Täyttökanavisto ohjaa sulan muoviraaka-aineen muottipesään jakokanavien ja valuporttien kautta.

Kanaviston osat ovat:

1. suutin (syöttöholkki)
2. jakokanavat (osa syöttökanavaa)
3. syöttökanavat
4. valuportit (ruiskutusaukko)



Ruiskuvalumuotin kanavisto

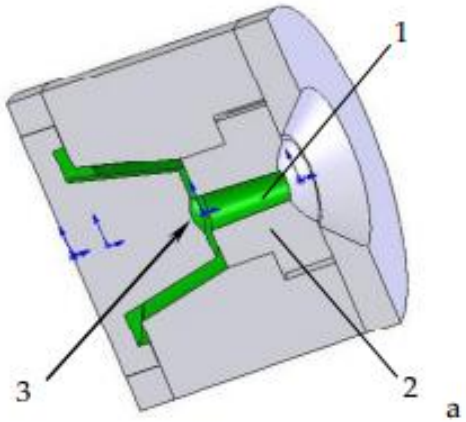
Muoviraaka-aine syötetään koneen suuttimesta muotin suuttimeen ja sieltä jakokanaviin, syöttökanaviin ja edelleen portin kautta muottipesään. Valuportti toimii rajana kappaleen ja kanaviston välillä. Sen tehtävä on tarjota mahdollisimman edulliset olosuhteet muottipesän täyttämiselle ja mahdollisuus erottaa työkappale ja kanavisto toisistaan.
Kanavistot jaetaan kahteen ryhmään:

- kylmäkanavisto
- kuumakanavisto

5.4 Kylmäkanavisto

Kylmäkanavisto on tavallisin ja vanhin kanavistotyypeistä. Kylmäkanavistoja käytetään paljon sekä yksi- että monipesäisissä muoteissa. Kuumakanavisto on alkanut korvata kylmäkanavistoja vasta aivan viime aikoina.

Suoraan suuttimesta valaminen, (kuva 3a, osa 1) on tyypillistä yksipesäisissä muoteissa. Suuttimen leveä loppupää tulee asettaa paksuimman seinämän kohdalle, jotta kappale täyttyy hyvin. On suositeltavaa käyttää muotissa vaihdettavaa suutinosaa (kuva 3a, osa 2). Se ottaa vastaan koneen ruuvilta tulevan paineen ja tarjoaa hyvän sovituksen ruuvin ja muotin välille.



Kylmäkanaviston tapauksessa muottiin työnnetty raaka-aine jähmettyy sekä muottipesään että kaikkialle kanavistoon. Kanavistoon jähmettynyt muovi poistetaan ulos työnnettäessä yhdessä valetun kappaleen kanssa ja usein se irrotetaan kappaleesta vasta erillisessä työvaiheessa. Jotta kappaleen ja kanaviston samanaikainen ulostyöntö olisi mahdollinen, jakokanava täytyy suunnitella muotin jakotasolle.

Jakokanavat johtavat muoviraaka-aineen suuttimelta syöttökanavaan ja edelleen portille. Painehäviön tulisi pysyä mahdollisimman pienenä.

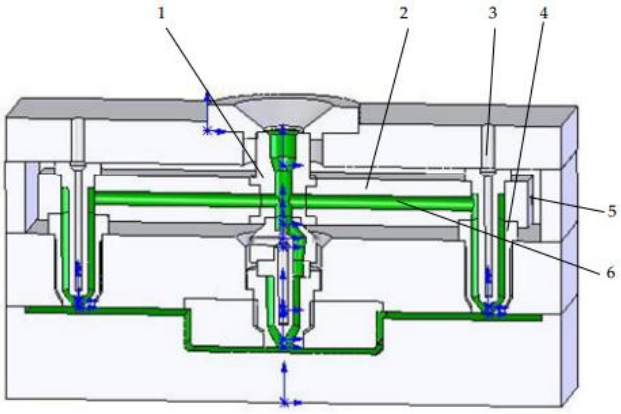
Portti valmistetaan siten, että sula jatkaa samassa suunnassa kuin syöttökanavan sisällä. Se asetetaan kappaleen paksuimpien osien kohdalle, jos mahdollista. Olisi hyvä suunnata virtaus muottipesän seinämää tai keernaa päin. Jos sulavirta suunnataan muottipesän keskelle tyhjään tilaan, on mahdollista, että muovi jähmettyy liikaa. Esteet aiheuttavat virtaukseen äkkinäisiä muutoksia ja muovi pysyy paremmin juoksevana. Jos virtaus suunnataan muottipesän keskelle ja kanavassa on sen lisäksi vielä teräviä tai jyrkkiä mutkia, on hyvin todennäköistä, että kappaleeseen muodostuu erilaisia pintavikoja. kanaviston pyöreät muodot pitävät virtauksen laminaarina.

5.5 Kuumakanavisto

Muoviraaka-ainetta säästyisi huomattavia määriä, jos kanavistossa oleva muovi säilyisi juoksevana ja niitä ei tarvitsisi poistaa muotista kappaleen kanssa. Tällaisen mahdollisuuden tarjoaa seuraava kanavistotyyppi eli kuumakanavisto.

Kuumakanavajärjestelmä, koostuu:

1. suuttimesta
2. jakotukista
3. patruunoista
4. ja sen sisältämästä kuumasuuttimesta
5. lämmityselementeistä
6. Muovisula kulkee suuttimen läpi lämmitettyjä jakotukin kanavia pitkin (6) ja päätyy lämmitetyn patruunan ja suuttimen kautta suuttimen päässä olevan aukon kautta muottipesään. Suuttimen pää voi olla avonainen tai neulalla sulkeutuva.

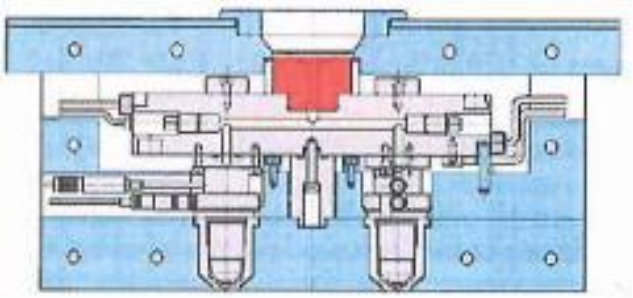


Kuumakanavajärjestelmä

Kuumakanavisto on sähkövastuksilla lämmitetty, ostokomponenteista koottu suhteellisen monimutkainen järjestelmä. Kulmäkanavisto on yksinkertainen, muottilaattoihin jysitty ja porattu kanavakokonaisuus. Molempien tarkoituksena on johtaa sula muoviraaka-aine sopivalla nopeudella muottipesään. Valinta kuuma- ja kylmäkanaviston välillä tehdään toiminnallisten ja muotin kustannuksiin liittyvien vaatimusten, osittain raaka-aineen vaatimusten perusteella. Kylmäkanavisto on kuumakanavistoon verrattuna edullisempi vaihtoehto.

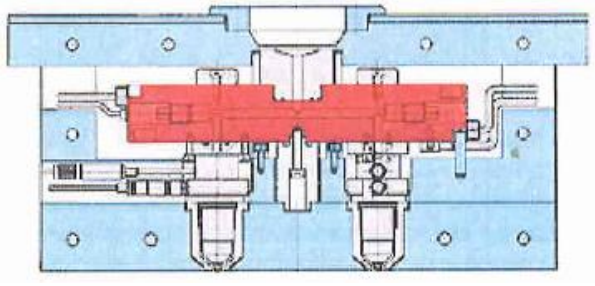
Kuumakanavisto pitää muoviraaka-aineen juoksevana. Siinä olevaa muottia ei tarvitse poistaa muotista ulostyönnön aikana ja kanavisto voi tästä syystä olla kokonaan muottilaatan sisällä. Kuumakanaviston valuportin kohta jättää valettuun kappaleeseen vai hyvin pienen pistemäisen ruiskurusjäljen. Kylmäkanavisto täytyy leikata tai murtaa irti ja jäljet ovat huomattavasti näkyvämpiä.

Kuumakanava on tänä päivänä paljon käytetty ja usein myös järkevin tapa kuljettaa muovi koneen suuttimesta muottipesään. Muovi pidetään sulana ja tasalämpöisenä koko työjakson ajan. Kuumakanavaa käytetään niin yksi- kuin monipesäisessä muotissa. Yksipesäisessä, pienessä muotissa kuumakanava on yksinkertaisimmillaan pelkkä lämmitettävä holkki, joka korvaa perinteisen valutapin.



Kuumakanavan syöttöholkki

Kaikki kuumakanavamuotin kanaviston osat kootaan sähkövastuksin lämmitettävistä osista. Syöttöholkki on kanaviston ensimmäinen osa. Se liittää valukoneen ruiskutusyksikön ja muotin toisiinsa, aivan samoin kuin kylmäkanavamuotissa.



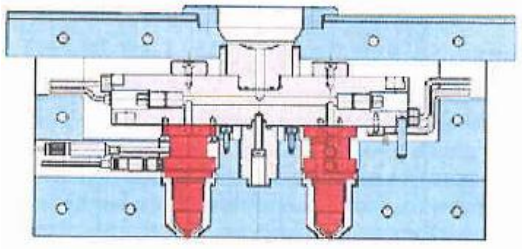
Jakopalkki

Jakopalkki

Jakopalkki vastaa kylmäkanavamuotin jako-kanavistoa. Se on valmiiksi mitoitettu standardiosa. Jakopalkkeja valmistetaan monia eri kokoluokkia ja tyyppejä. Palkin mitat vaikuttavat muottipesien sijoitteluun moni-pesäisessä muotissa. Yksipesäisessä muotissa jakopalkki on tarpeeton.

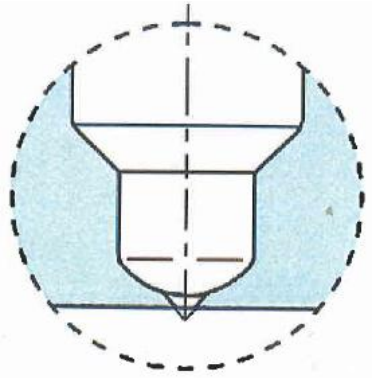
Suutin

Suutin liittää muottipesän ja jakopalkin toisiinsa. Suutin kiinnitetään jakopalkissa tiettyyn asennuskohtaan. Suuttimia on kymmeniä eri tyyppejä. Tyyppi määräytyy suuttimen päässä olevan ruiskutusaukon rakenteen perusteella.



Suutin

Kuumakanaviston ruiskutusaukko



Ruiskutusaukoksi nimitetään suuttimen päässä olevia rakenteita. Rakenteita on monia eri tyyppejä ja kokoluokkia. Ruiskutuaukon mitat ja toimintameka-nismi valitaan valettavan raaka-aineen ja valuparametrien perusteella.

Kuumakanaviston edut:

Raaka-aine ja työvoimakustannusten säästö

- Perinteisellä muotilla valmistetaan joka jaksolla myös itse tuotteen lisäksi myös syöttökanava. Kanava vaatii oman raaka-aine annoksensa, joka täytyy sulattaa, ruiskuttaa, jäähdyttää, irrottaa tuotteesta, jauhaa ja sekoittaa uuden raaka-aineen joukkoon. Kaikki tämä vaatii ylimääräistä energiaa, raaka-ainetta, työvoimaa ja apulaitteita. Kuumakanavaa käyttämällä muotin täyttäminen helpottuu, juoksumatkat saadaan lyhemmiksi ja näin ollen tuotteen seinämänvahvuutta voidaan ohentaa.

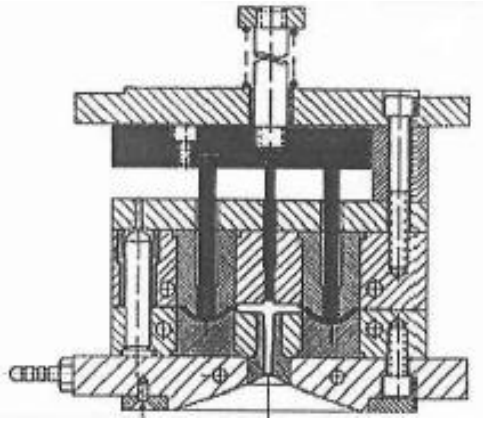
Tuotannon nopeutuminen

- Useissa tapauksissa (pienet tuotteet, monipesäiset muotit) kanavien täyttö ja jäähdytys vaatii pitemmän ajan kuin itse tuotteiden. Valukanava eliminoimalla saadaan jaksoaika lyhemmäksi. Muotin aukenemismatka lyhenee ja tämäkin lyhentää jaksoaikaa. Aikaa ei myöskään tuhlata tuotteen jälkikäsittelyyn ja siistimiseen.

Laadun parantuminen

- Kuumakanavaa käyttämällä ei synny jätettä, joka olisi sekoitettava uuden raaka-aineen joukkoon. Käyttämällä pelkästään puhdasta raaka-ainetta saadaan laadullisesti parempia tuotteita. Lyhyet juoksumatkat ja matalampi ruikutuspaine parantavat myös laatua.

5.6 Ulostyöntöjärjestelmä



Muotin ulostyöntöjärjestelmään kuuluu ulostyöntö-laatta, ulostyöntimien kiinnityslaatta ja joukko ulostyöntimiä.

Ulostyöntöjärjestelmän tehtävä on poistaa jähmettynyt
kappale ja mahdolliset valukarat muotista. Ulostyöntö suoritetaan yleensä mekaanisesti, mutta käytössä on myös paineilmalla toimivia ulostyöntömekanismeja. Ulostyöntötappien sijasta voidaan käyttää erilaisia ulostyöntörenkaita ja paloja.

Ulostyöntöjärjestelmä on mekanismi, jolla jähmettynyt muovikappale työnnetään ulos muotista. Ulostyöntöjärjestelmä saa käyttövoimansa ruiskuvalukoneesta. Käyttövoima voi olla hydraulinen tai pneumaattinen sylinteri. Jossain tapauksessa järjestelmä on kokonaan mekaaninen ja aktivoituu samalla, kun muotti avautuu.

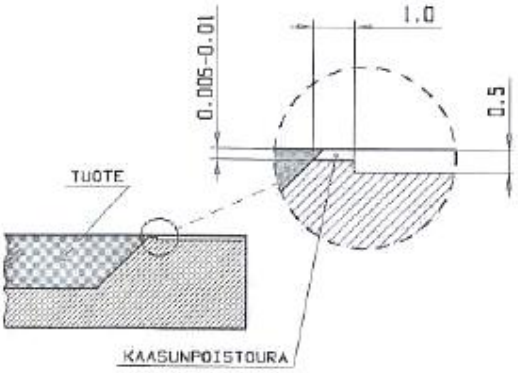
Ulostyöntöpuoliskon kiinnityslaatta ja sivukiskot muodostavat yhdessä ulostyöntölaatikon, joka voidaan korvata myös yhdellä osalla. Ulostyöntölaatikkoon voidaan asentaa tukipylväitä ja ohjaustappeja, jotka lävistävät molemmat laatat.

5.7 Kaasunpoisto

Muotin täyttymisen aikana, sulan muovin on syrjäytettävä muottipesässä oleva ilma. Ilma voi myös suuren paineen alaisena kuumentua niin paljon, että se polttaa sitä ympäröivän muovin ja saa tuotteen kyseisen kohdan hiiltymään. Aikaa myöten tällainen palo-ongelma voi syövyttää muotin pintaa erittäin pahasti, jos ilmaongelmaa ei ennen sitä poisteta.

Usein muottiin suunnitellaan erityisiä ilmanpoistokanavia jakotasoon, ulostyöntöelementteihin ja muihin tuotetta rajaaviin osiin. Tyypillisesti ilmastointikanava on jakotasoon koneistettu noin 2…5

mm leveä ura, jossa on matala alkuosa, jotta muovi ei pääse pursuamaan ilmanpoistokanavaan mutta ilma kuitenkin pääsee pois.



esim. kaasunpoistourasta

Kiitokset:
Paine- ja ruiskuvalutekniikka. IBSN 952-15-1095-1,TTY-Paino
www.valuatlas
Starack /Oinonen Oy

ISBN 978-952-94-3409-1