

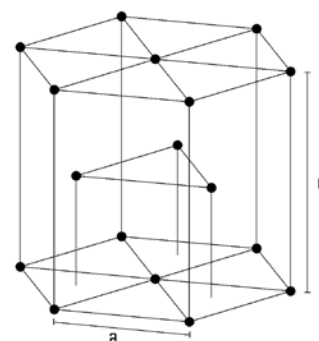
Sinkkiseokset

Tuula Höök – Tampereen teknillinen yliopisto

Puhdas sinkki (Zn) on vaalean harmaa, sinertävän sävyinen metalli. Sen sulamispiste on 420 °C ja tiheys 7,14 g/cm³. Kiderakenne on heksagonialinen tiivispakkaus. Sinkki on maankuoren 27. yleisin alkuaine¹. Maankuoren sinkkipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 10 - 300 mg/kg. Keskimääräinen pitoisuus on 70 mg/kg.

Muita puhtaan sinkin ominaisuuksia ovat:

- ominaislämpökapasiteetti² 0.3898 J/g °C
- lämmönjohtavuus² 112.2 W/m K
- lämpöpiteneiskerros² 31.2 μm/m °C (20.0 - 100 °C)
- lämpöpiteneiskerros¹ 39.7 μm/m K (20 - 250 °C)
- kimmokerros¹ 7 x 10000 MN/m²
- kimmokerros² 96.5 GPa
- vickerskovuus² 30
- murtolujuus² 37.0 MPa (valettu koekappale)



Kuva 1: Sinkin kiderakenne, heksagonialinen tiivispakkaus

Yli 95 % maailman sinkistä valmistetaan sinkkivälkkeestä eli sinkkisulfidista (ZnS). Muita malmeja ovat smithsoniitti (ZnCO₃), willemiitti (Zn₂SiO₄) ja hemimorfiitti (Zn₄Si₂O₇(OH)₂·H₂O). Lähes kaikissa jalostusprosesseissa sinkkisulfiittimalmi pasutetaan aluksi noin 900 °C lämpötilassa, jolloin sulfidi (ZnS) muuttuu oksidiksi (ZnO). Tämän jälkeen käytetään joko termistä tai elektrolyyttistä prosessia. Termisessä prosessissa sinkkioksidi sintrataan ja höyrytetään masuunissa kaksin kanssa. Höyry johdetaan lyijysumun läpi ja jäädytetään, jolloin nestemäinen sinkki erottuu. Elektrolyyttisessä prosessissa sinkkioksidi liuotetaan rikkihappoon ja saostetaan alumiinianodille. Katodi on valmistettu lyijystä.

Sinkki käytetään pääasiassa seuraavasti:

- raudan ja terästen pinnoitteina ja korroosiosuojauksena
- valuseoksina
- kuparin, alumiinin, magnesiumin ja muiden metalliseosten seosaineena
- muokattavina seoksina
- kemikaaleissa, joista yleisin on sinkkioksidi ZnO

Sinkkiä on käytetty kuparin seosaineena yhtä kauan kuin pronssia on osattu valmistaa. Sinkkioksidiä on tiettävästi valmistettu jo 1300-luvulla. Sinkki tunnistettiin erillisenä metallina Intiassa 1200-luvulla ja Euroopassa 1500-luvulla. Aluksi sinkki valmistettiin oksidimalmeista, mutta nykyaikana lähes yksinomaan sulfiittimalmista.

¹ <http://www.iza.com>

² <http://www.matweb.com>

Sinkkiseoksia on käytetty konstruktiometalleina vasta 1900-luvun alkupuoliskolta lähtien. Sitä ennen käyttökohteet olivat metallien seostamisen lisäksi esimerkiksi kattojen päällystäminen ja pinnoitteet. Sinkkiseoksia kehitettiin kestumuottivalutekniikkaa, erityisesti painevalua varten. Sinkkiseosten painevalussa käytetään pääasiassa kuumakammion menetelmää.

Sinkkiseosten etuna muihin kestumuottivaluseoksiin verrattuna on matala valulämpötila, noin 450 °C, jonka ansiosta muotti kestää huomattavan pitkään. Sinkkiseokset ovat myös erittäin hyvin juoksevia. Kappaleisiin voidaan suunnitella monimutkaisia yksityiskohtia, ohuita seinämiä ja pienet päästöt. Päästökulmat ovat tyypillisesti 0 – 1 astetta.

Sinkkivalut sopivat materiaali- ja valuminaisuuksiensa vuoksi käyttökohteisiin, joissa vaaditaan:

- Keskinäkertäistä lujuutta ja jäykkyyttä
- Iskulujuutta ja kuoppautumisen vastustuskykyä
- Hyvää pinnanlaatua, koristeellista tai kulutuksenkestävää viimeistelyä
- Tavanomaista tai monimutkaista konstruktiota
- EMI/RFI suojausta
- Äänenvaimennusta
- Laakeriominaisuuksia
- Keskisuuria tai suuria tuotantomääriä

Sinkkiseoksia ei yleensä suositella kohteisiin, joissa käyttölämpötila ylittää 100 °C.

Sinkkivaluseosten sähkönjohtavuus on 26 % - 30 % kuparin sähkönjohtavuudesta. Lämmönjohtavuus on 27 % - 31 %. Sähkönjohtavuus antaa sinkkivaluille luontaisen EMI/RFI suojauksen, jolloin sinkkirakenne voi toimia maadoituksena sisäisissä virtapiireissä. Sinkkivaluja voidaan käyttää myös lämpönieluinä niiden hyvän lämmönjohtavuuden vuoksi. Painevalut voidaan mitoittaa suhteellisen tarkoin toleransseilla. EMI/RFI suojauksen kannalta on tärkeää, että koteloinnin osat voidaan sovittaa tarkasti toisiinsa. Tarkka sovitus ehkäisee vuotoja.

Sinkkiseokset ovat erittäin korroosionkestäviä normaaleissa olosuhteissa. Kuten monet ei-rautametalliseokset, ne oksidoiduvat ilma-atmosfäärissä. Muodostuva oksidikalvo on tiivis ja se estää tehokkaasti korroosion etenemisen pitemmälle. Korroosionkestävyyttä voidaan tarvittaessa parantaa erilaisin pintakäsittelyin. Oksidikerros eristää sähköä.

Sinkkivalujen tyypilliset käyttökohteet ovat rakennus- ja huonekaluheloja sekä erilaisia pienosia kotitalouskoneisiin, sähkölaitteisiin ja autoihin. Tyypillisesti sinkkivaluilla korvataan koneistettuja pienikokoisia komponentteja. Valukomponenttiin on mahdollista integroida monta toimintoa, jolloin säästetään tuotteen kokoonpanokustannuksissa. Sinkkivaluja tarvitsee koneistaa vain hyvin vähän, jos ollenkaan. Sinkin kuumakammion painevalu on valumenetelmistä tarkin.

Sinkkiseokset, seosaineet ja standardit

Sinkkiseosten pääseosaine on alumiini. Muita seosaineita ovat kupari ja magnesium. Epäpuhtausainien ja seosaineiden pitoisuuksien vaihtelu vaikuttaa hyvin herkästi sinkkiseosten ominaisuuksiin. Valimon sisäisessä kierrättämisessä täytyy olla huolellinen. Kiertoromun määrän ei tulisi ylittää 50 % kokonaispanoksesta.

Alumiinia käytetään lujittamaan sinkkiä ja hienontamaan siihen muodostuvaa raerakennetta. Se ehkäisee sinkkiseosten syövyttävää vaikutusta valukammiossa, muotissa ja sulan käsittelyyn käytettyjen laitteiden rauta- ja teräsosissa. Lisäksi alumiini parantaa sinkkiseosten juoksevuuksia.

Kupari pienentää epäpuhtausainien haitallista vaikutusta. Se myös lisää hieman seosten lujuutta ja kovuutta. Jos kuparipitoisuutta nostetaan suuremmaksi kuin 1,25 %, kappaleiden mitanpitävyys heikkenee. Valuihin voi tulla mittamuutoksia ajan kuluessa.

Magnesium ehkäisee epäpuhtausaineiden aiheuttamaa raerajakorroosiota. Magnesiumpitoisuus on kuitenkin saatava pysymään tarkoin asetetuissa rajoissa. Liian suuri magnesiumpitoisuus heikentää juoksevuutta ja haurastuttaa valun rakennetta siten, että venymä pienenee, kovuus kasvaa ja kuumarepeämiä alkaa muodostua herkemmin.

Epäpuhtausaineista **rauta**, **nikkeli**, **kromi**, **pii** ja **mangaani** muodostavat yhdisteitä seosaineena olevan alumiinin kanssa, kun niiden pitoisuus kasvaa liukoisuusrajaa suuremmaksi. Raudan liukoisuusraja on 0,02 %, mutta alle 0,10 % pitoisuuksista ei tavallisesti ole suurta haittaa. Nikkelin ja kromin liukoisuusraja on 0,02 %, piin 0,035 % ja mangaanin 0,5 %. Raskaat rauta-alumiini-yhdisteet jäävät valuihin. Yhdisteet ovat muuta ainetta kovempia aiheuttaen ongelmia lastuamisessa ja pinnan viimeistelyssä. Hiotussa pinnassa näkyvät viuhkamaiset kuviot ovat rauta-alumiinipartikkeleiden aiheuttamia. Nikkeli, kromi, pii ja mangaani muodostavat kevyitä yhdisteitä, jotka pyrkivät nousemaan sulan pintaan. Kun sulaa kuonataan, yhdisteiden mukana poistuu alumiinia.

Lyijy, **kadmium** ja **tina** aiheuttavat raerajakorroosiota, jos niiden pitoisuus kasvaa standardissa asetettuja rajoja suuremmaksi. Valut voivat kasvaa mitoiltaan, vääntyillä tai halkeilla. Reaktioita voi tapahtua vielä noin vuoden sisällä valamisesta.

Sinkkiseokset on standardoitu eurooppalaisessa standardissa:

- SFS-EN 12844:en Zinc and zinc alloys. Castings. Specifications.

ja amerikkalaisissa standardeissa:

- ASTM B240 Standard Specification for Zinc and Zinc-Aluminum (ZA) Alloys in Ingot Form for Foundry and Die Castings
- ASTM B86 Standard Specification for Zinc and Zinc-Aluminum (ZA) Alloy Foundry and Die Castings
- ASTM B892 Standard Specification for ACuZinc5 (Zinc-Copper-Aluminum) Alloy in Ingot Form for Die Castings
- ASTM B894 Standard Specification for ACuZinc5 (Zinc-Copper-Aluminum) Alloy Die Castings

Seuraavaan taulukkoon (Taulukko 1) on kerätty muutamien standardoitujen sinkkiseosten ominaisuuksia. Yleisimmät kuumakammiokoneilla painevalettavat seokset ovat ZP3 ja ZP5. Jos kappaleelle ei ole asetettu mitään erityisiä vaatimuksia, näistä seoksista valmistettuna kustannukset ovat pienimmät. Alhaisesta kuparipitoisuudesta johtuen ZP3 mitanpitävyys on huomattavasti parempi, mutta lujuus heikompi kuin ZP5 -seoksella. ZP2 ja ZP8 ovat myös kuumakammiopainevalettavia, mutta eivät yhtä yleisesti käytettyjä. Kappale voidaan mitoittaa niistä, jos konstruktio vaatii valmistusmateriaalilta lujuutta. ZP2 ja ZP8 ovat jonkin verran kalliimpia kuin yleisimmät seokset ja niille voi olla hankalampi löytää toimittaja.

Loput seokset, joissa alumiinipitoisuus on suuri, on tarkoitettu kokilliin, hiekkamuottiin tai kylmäkammiopainevalukoneilla valettavaksi. Runsaasti alumiinia sisältävien seosten lujuus alkaa olla valuraudan luokkaa. Sinkkivalukomponentilla voidaan toisinaan korvata ohutseinämäinen konstruktio keskinkertaista lujuutta vaativissa, alun perin valurautaisissa hiekkavalukappaleissa. Yleisimmin käytetyt, runsaasti alumiinia sisältävät seokset ovat ZP12 ja ZP27. Jos konstruktiossa on paksuja muotoja, kannattaa valita ensisijaisesti ZP12.

22 % alumiinia sisältävät seokset muuttuvat superplastisiksi noin 260 °C lämpötilassa. Niitä voidaan muovata tyhjö- tai puhallusmuovauksella.

ZP2, ZP3 ja ZP5 ovat alieutektisia seoksia eli ne sisältävät alumiinia eutektista pistettä (5 % Al) vähemmän. Loput seokset ovat ylieutektisia. Alieutektiset sinkkiseokset jähmettyvät runsaasti sinkkiä sisältävinä dendriitteinä, ylieutektiset seokset runsaasti alumiinia sisältävinä dendriitteinä.

Taulukko 1 Yleisimpien sinkkiseosten ominaisuuksia.

Lyhyt nimitys EN-standardissa	Vastaava seos USA standardeissa	Murtolujuus MPa	Myötöraja p0,2 MPa	Venyä % 50 mm matkalla	Brinell-kovuus HB	Tiheys g/cm ³	Sulamisalue °C	Koostumus %
ZP 2	AG43A (ZAMAK 2)	355	270	5	102	6,8	379 – 389	Al 3,7 - 4,3; Cu 2,7 - 3,3; Mg 0,025 - 0,06; epä- puhtaudet ¹
ZP 3	AG40A (ZAMAK 3)	280	200	10	83	6,7	382 – 387	Al 3,7 - 4,3; Cu <0,1; Mg 0,025 - 0,06; epä- puhtaudet ¹
ZP 5	AG41A (ZAMAK 5)	330	250	5	92	6,7	379 – 388	Al 3,7 - 4,3; Cu 0,7 - 1,2; Mg 0,025 - 0,06; epä- puhtaudet ¹
ZP 8	ZA 8	370	220	8	100	6,3	375 – 404	Al 8,0 - 8,8; Cu 0,8 - 1,3; Mg 0,015 - 0,03; epä- puhtaudet ²
ZP 12	ZA 12	400	300	5	100	6,0	377 – 432	Al 10,5 - 11,5; Cu 0,5 - 1,2; Mg 0,015 - 0,03; epäpuhtaudet ³
ZP 27	ZA 27	425	370	2,5	120	5,0	377 - 484	Al 25,0 - 28,0; Cu 2,0 - 2,5; Mg 0,01 - 0,02; epäpuhtaudet ⁴

1) Pb 0,005; Cd 0,005; Sn 0,002; Fe 0,05; Ni 0,02; Si 0,03

2) Pb 0,006; Cd 0,006; Sn 0,003; Fe 0,06; Ni 0,02; Si 0,045

3) Pb 0,006; Cd 0,006; Sn 0,003; Fe 0,07; Ni 0,02; Si 0,06

4) Pb 0,006; Cd 0,006; Sn 0,003; Fe 0,1; Ni 0,02; Si 0,08

Sinkkivalun hintaan vaikuttavat tekijät

Materiaalikustannukset

Materiaalia ostetaan painon mukaan mutta käytetään tuotteessa tilavuusyksikköjen mukaan. Ensimmäisenä materiaalikustannusarviona voidaan laskea ostohinta per tilavuusyksikkö. Muina tekijöinä tulisi huomioida korvaavien materiaalien erilaiset mekaaniset ominaisuudet sekä raaka-aineen muoto ja materiaalikulutus korvaavissa valmistusmenetelmissä. Jos korvaavalla materiaalilla on paremmat mekaaniset ominaisuudet, komponentti voidaan suunnitella seinämävahvuudeltaan pienemmäksi, jolloin materiaalia myös kuluu vähemmän. Valukappaleen materiaalikulutuksen arvioinnissa pitää huomioida valukkeiden tilavuus ja kierrätettävyys valimon sisällä. Muissakin valmistusmenetelmissä muodostuu hukkamateriaalia - esimerkiksi koneistaminen tuottaa työstölastua.

Kolme tekijää, jotka määrittävät todelliset materiaalikustannukset, ovat:

- Materiaalin ostohinta
- Valmistuksessa tarvittava materiaalin määrä
- Valimon kustannukset materiaalin prosessoinnissa

Ostohinta selviää materiaalin toimittajilta. Monien metallien hinnat on listattu erilaisiin ammattijulkaisuihin, kuten American Metal Market tai Metal Bulletin.

Käytetyn materiaalin kokonaismäärä syntyy tuotteessa käytetyn materiaalin tilavuudesta sekä hukkamateriaalista.

Materiaalin kulutus vaihtelee tuotantomenetelmittäin paitsi hukkamateriaalin suhteen myös muotoilun mahdollisuuksien ja rajoitteiden suhteen. Tarkkaan mitoitettujen ohutseinämäisten sinkkivalujen antavat suunnittelijalle paljon mahdollisuuksia muotoilla tuote toimivaksi. Tuotantoon liittyviä rajoituksia on myös useisiin muihin menetelmiin verrattuna vähän. Sinkkivaluihin voidaan suunnitella vahvikkeita (ripoja ja verkkoja), joilla vaaditut rakenteelliset ja mekaaniset ominaisuudet saavutetaan pienellä materiaalin määrällä.

Sinkkivalukappaleessa on huomattavasti vähemmän materiaalia kuin esimerkiksi ruiskuvaletussa muovikomponentissa. Menetelmät ovat suunnilleen samanlaiset, mutta koska sinkin mekaaniset ominaisuudet (erityisesti jäykkyys ja lujuus) ovat paljon paremmat, kappaleen tilavuudesta tulee pienempi.

Valumenetelmissä muodostuu hukkamateriaalia kahdella tavalla: sulatushävikkinä ja koneistushävikkinä. Vähäinen määrä metallia menetetään hapettumisen, kuorinnan yms. yhteydessä joka kerran, kun uusi harkko sulatetaan tai valimon sisäinen kierrätysmetalli sulatetaan uudelleen.

Koneistuksessa syntyvä lastu ei ole valimon sisäiseen kierrätykseen sopivaa, koska se sisältää suuren määrän lastuamismetallia. Valimon sisäinen kierrätysmetalli koostuu pääasiassa susitetuista valuista sekä irti leikatuista valukkeista. Valukkeita ovat esimerkiksi jakokanavisto ja syöttökanaavat. Valukkeiden tilavuus voi olla yhtä suuri tai jopa yli kaksinkertainen valukappaleen tilavuuteen verrattuna, mutta sinkkivaluprosessissa kierrätysaste on melkein 100 %.

Koneistuksessa poistettavan metallin määrä vaihtelee valuprosessista riippuen. Painevalumenetelmä on valumenetelmien joukossa tarkin. Painevalukomponentteihin tarvitaan yleensä vain hyvin vähän koneistusta.

Suurin osa sinkkiseosten prosessointikustannuksista syntyy harkkojen ja kierrätysmetallin sulatuksessa. Sinkkiseosten sulatuskustannukset ovat pääsääntöisesti paljon alemmat kuin muilla valumetalleilla. Metallivalimoiden energiakustannukset ovat kuitenkin korkeammat kuin vaihtoehtoisilla prosesseilla, joissa raaka-ainetta korkeintaan lämmitetään sulatuksen asemesta. Takominen on esimerkki prosessista, jossa aine lämmitetään, mutta sitä ei sulateta.

Sinkkivalukappaleiden valmistuskustannukset syntyvät pääasiassa työvoimakustannuksista ja konekustannuksista. Hiekka- ja kipsimuottimenetelmissä työvoimakustannusten osuus on suuri verrattuna konekustannuksiin. Painevalun kustannusrakenne on päinvastainen vaihdellen automaatioasteesta riippuen. Automaatio vähentää työvoimakustannuksia, mutta lisää konekustannuksia.

On tärkeää, että painevalukoneet toimivat maksimivauhdilla konekustannusten minimoimiseksi. Painevalukoneen jaksoaika koostuu kappaleen jäähmettymisajasta, keernojen liikuttamiseen kuluvasta ajasta, kappaleen ulostyöntöön ja koneesta poistamiseen kuluvasta ajasta sekä ruiskutukseen ja muotin jäähtymiseen kuluvasta ajasta. Näihin voidaan vaikuttaa jossain määrin jo suunnitteluvaiheessa:

- Kappaleen jäähmettymisaika riippuu valettavan kappaleen massiivisimman osan pak-suudesta ja tilavuudesta. Jaksoaika voidaan lyhentää suunnittelemalla yksittäisten

- paksujen osien sijaan vahvistusripoja, verkkoja ja kiiloja vahvistamaan tasapaksuja seinämiä. Tällainen rakenne on oikein suunniteltuna valuteknisestikin parempi.
- Muotin avaamiseen ja sulkemiseen kuluu enemmän aikaa, jos kappaleessa on liikkuvia keernoja vaativia muotoja. Luistit ja keernoja liikuttavat sylinterit hidastavat muotin avautumis- ja sulkuliikkeitä. Liikkuvista keernoista voi olla hyötyä, jos ne mahdollistavat ohuimmat seinämät ja vähentävät tai poistavat koneistamistarvetta. Valukappaleet pitäisi kuitenkin yleensä suunnitella siten, ettei tarvetta liikkuville keernoille ole.
 - Kaikkein nopeinta on pudottaa valmis kappale ulostyönnöstä liukuhihnalle. Kappaleenpoistorobotti ja käsin poistaminen ovat hitaampia vaihtoehtoja.

Työkalukustannukset

Kestomuotti ovat huomattavasti kalliimpi kuin hiekka- tai keraamimuottien valmistukseen tarvittava malli. Kuitenkin valukustannukset yhtä valukappaletta kohden ovat alhaisemmat, koska kestomuottia voi käyttää pitempään. Yleensä grafiittikestomuotit ovat edullisempia teräsmuotteihin verrattuna, mutta niiden käyttöikä rajoittuu tyypillisesti 20,000 - 25,000 käyttökertaan.

Kestomuottivaluissa on yleisesti ottaen kalleimmat työkalukustannukset muihin massatuotantoprosesseihin verrattuna. Työkalukustannukset sisältävät muotin lisäksi leikkaintyökalun, jonka hinta on noin 15 – 20 % kestomuotin hinnasta. Luistirakenteet ja muut erikoisratkaisut nostavat muotin valmistus- ja huoltokustannuksia. Nämä kustannukset lisätään kappaleen hintaan.

Sinkkiseokset eivät syövytä tai kuluta teräksisiä muotteja paljoakaan, joten muotit selviävät vähäisemmällä huollolla kuin muille paineallettaville seoksille käytettävät muotit. Muotin käyttöikä onkin usein yli 1,000,000 valukertaa. Jos tuotantomäärät ovat suuria, korkeat työkalukustannukset voidaan jakaa kappaleiden yksikköhintaan eivätkä ne silloin ole kohtuuttomia. Toisinaan voidaan hyväksyä työkalukustannukset pienemmillekin tuotantomäärille, jos painevalutekniikalla valmistettu kappale säästää asennus- ja koneistusvaiheita.

Jälkikäsitteilykustannukset

Valamisen jälkeen sinkkivaluille voidaan suorittaa suuri määrä erilaisia käsittelyjä purseiden ja pinnan epätasaisuuksien poistamiseksi, kauniin pinnan tuottamiseksi sekä korroosion- ja kulumenestävyyden parantamiseksi. Näiden käsittelyjen vaikutus tuotantokustannuksiin pitää arvioida erikseen.

Vertailu alumiini- ja magnesiumipainevaluihin

Alumiini- ja magnesiumipainevaluja käytetään yleensä kohteissa, joissa tarvitaan kohtuullista lujuutta ja jäykkyyttä yhdistettynä kevyeen painoon. Sinkkivalut ovat lujempia, mutta painavat enemmän.

Sinkkivaluista voidaan suunnitella jonkin verran ohutseinäisempiä ja pienempiä tilavuudeltaan kuin alumiini- tai magnesiumivaluista. Sinkkiseosten hinta tilavuutta kohden on kuitenkin niin paljon korkeampi kuin alumiinin tai magnesiumin, että materiaalikustannukset ovat pienemmästä tilavuudesta huolimatta edelleen korkeammat. Jos tuotantomäärät ovat hyvin suuria, kustannusrakenne voi kallistua sinkin eduksi, koska sinkkivalumuotin käyttöikä on pitempi ja huoltokustannukset pienemmät kuin magnesium- tai alumiinimuoteilla.

Sinkkiseosten kuumakammiopainevalu on tällä hetkellä käytetyin menetelmä, jos halutaan valmistaa hyvin pieniä osia nopeasti, suurella tarkkuudella ja usein hyvin monimutkaisilla yksityiskohdilla.

ZA12 ja ZA27 seoksia voidaan valaa samoilla kylmäkammiokoneilla kuin alumiiniakin. Joissain tapauksissa on mahdollista käyttää jopa samoja muotteja. Teollisuudesta on esimerkki, jossa kaksi sähkömoottorikäyttöisen vinssin valukomponenttia on valettu sinkistä muottiin, joka on alun perin

suunniteltu A380 alumiiniseokselle. Kun alumiini korvattiin sinkillä, nostolaitteeseen kapasiteettia pystyi kasvattamaan ilman mitään muutoksia itse komponentissa. Uusia työkaluja ei tarvittu, tuotannon ylösajo sujui nopeasti ja tuotteen muutokset oli mahdollista tehdä nopealla aikataululla.

Sinkkiseokset suhteessa muiden metalliseosten kokillivaluun

Sinkkiseokset voivat olla edullisempi vaihtoehto hiekkamuottiin valetulle raudalle, jos komponentit voidaan valaa kokillivaluna niin tarkasti, että loppukoneistuksen tarve vähenee merkittävästi tai poistuu kokonaan. Ne ovat myös hyvä vaihtoehto alumiinille käyttökohteisiin, joissa vaaditaan suurempaa lujuutta ja voidaan samalla hyväksyä suurempi paino. ZA-12 ja ZA-27 seoksia käytetään laakerisovelluksissa vaihtoehtoina messingille ja pronssille. Sinkkiseos on tarjonnut paremmat ominaisuudet edullisemmalla hinnalla.

Lähteet

ASM Handbooks Online, Metals Handbook

ASM Handbooks Online, Volume 2, Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials

ASM Handbooks Online, Volume 15 Castings

ASTM B240 Standard Specification for Zinc and Zinc-Aluminum (ZA) Alloys in Ingot Form for Foundry and Die Castings

ASTM B86 Standard Specification for Zinc and Zinc-Aluminum (ZA) Alloy Foundry and Die Castings

ASTM B892 Standard Specification for ACuZinc5 (Zinc-Copper-Aluminum) Alloy in Ingot Form for Die Castings

ASTM B894 Standard Specification for ACuZinc5 (Zinc-Copper-Aluminum) Alloy Die Castings

International Zinc Association, <http://www.iza.com>, 08/2009

Key to Metals, <http://www.keytometals.com>, 08/2009

SFS-EN 12844:en Zinc and zinc alloys. Castings. Specifications.

Suuri Luonnontieto, Kolmas osa, Weilin + Göös, 1968

Zinc information centre, <http://www.zincinfocentre.org>, 08/2009