

PSO 2004

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Reduceret energiforbrug til smeltning i støberier



Udvikling af nye metoder til at designe indløbssystemer, så udbyttet pr. form forbedres - og det store energiforbrug til smeltning af metal i støberier dermed reduceres

Støbeforsøg på Disamatic formemaskine i laboratoriet på DTU.

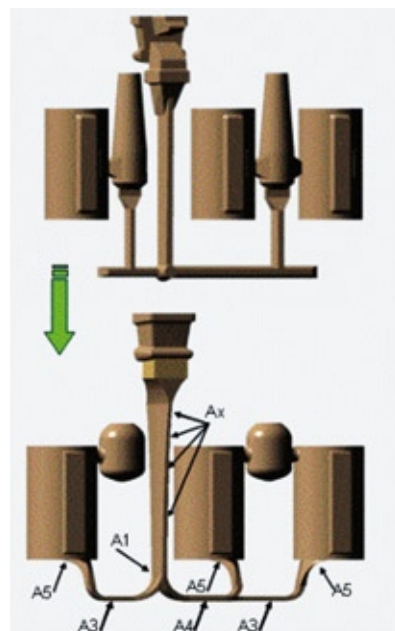


Resumé:

Projektet er udført som et ph.d. projekt på DTU i samarbejde med danske støberier og leverandører af støberimaskiner – og består dels af en grundig eksperimentel analyse af strømning af smelte i indløbssystemer, dels af udvikling af en helt ny metode til design af strømlinede indløbssystemer.

Det eksperimentelle arbejde har givet ny, enestående viden om og forståelse for, hvordan man kontrollerer strømning af smelte i indløbssystemer. Metodeudviklingen har skabt praktisk grundlag for at realisere betydelige besparelser på fremstillingen af småt til mellemstort støbegods. Et resultat, der allerede har vakt betydelig international interesse og anerkendelse.

Der er opnået ny, enestående viden og et redskab til langt bedre styring af smelte i indløbssystemer



Billedet viser, hvordan et traditionelt indløbssystem kan ændres til et strømlinet indløbssystem.

Målsætning:

Som udgangspunkt havde tidligere arbejde sandsynliggjort, at det var muligt at reducere mængden af metal, der skal gensmelte, ved at forbedre indløbsteknikken i traditionelle indløbssystemer. Så målet med dette projekt var at udvikle nye metoder til at designe indløb således, at udbyttet pr. form blev forbedret. Et konkret mål var, at udbyttet skulle kunne forbedres med ca. 10 %.

Der skulle også skaffes dokumentation for, at de udviklede metoder til strømlinede indløbssystemer rent faktisk blev effektive til at styre smelten og give en ordentlig fyldning af støbegodset – på trods af den store besparelse.

I projektet var det vigtigt at skabe et tæt samarbejde mellem industrien og forskningsinstitutionen, så man både sikrede det størst mulige engagement hos alle parter – og at resultaterne hurtigst muligt blev anvendt i praksis.

Processen:

Projektgruppen bestod af to større danske støberier: Frese Metal- og Stålstøberi og jernstøberiet Dania A/S plus en af verdens førende leverandører af støberimaskiner, DISA Industries, og endelig den gruppe på Danmarks Tekniske Universitet, der arbejder med støberiteknik.

Udgangspunktet var, at et ph.d. projekt skulle være det bærende element i projektet, der skulle sikre, at arbejdet blev udført på et fagligt højt niveau. For at sikre, at forskningsresultaterne blev testet i praksis, skulle støberierne i løbet af projektet anvende de udviklede metoder på et emne, de i forvejen producerede.

Hver serie af laboratorieforsøg blev fulgt op af produktionstest i støberierne. Disse tests verificerede resultaterne fra laboratoriet, men gav også en række overraskende resultater, det ikke var muligt at opnå i et laboratorium. Fx viste det sig, at det med de nye indløbssystemer er muligt at støbe ved lavere temperaturer, end man normalt gør. Det kan give en ekstra energibesparelse og føre til mindre slid på ovne, skeer m.m.

For at sikre et højt internationalt niveau blev der søgt kontakt med en række førende udenlandske laboratorier. Det var dog først mod slutningen af projektet, at vi fik kontakt til en forskergruppe ved University of Birmingham, England, hvor det var muligt at udføre en række forsøg, som verificerede de resultater, der var opnået i løbet af projektet. Samtidig blev der skabt et samarbejde med en af de få andre forskergrupper, der er i stand til at arbejde eksperimentelt med indløbstechnik til støbegods.

Resultater:

Det indledende målrettede forskningsarbejde skabte grundlag for en moderne, forbedret metodik. Men udviklingen af metoder og dokumentation af resultaternes anvendelighed er sket gennem test af indløbssystemer i produktion hos de to støberier, der var partnere i projektet.

Det har vist sig, at det uden videre er muligt at opnå en besparelse på mindst 10 % på vertikalt delte forme til fremstilling af småt eller mellemstort støbegods. Men på horisontalt delte former til emner i samme kategori er det muligt at opnå en

væsentligt større besparelse – op til 30 %.

Da gods af netop denne type udgør langt den største del af produktionen af støbegods i Europa og på verdensplan, er der et enormt potentiale for at mindske energiforbruget i støberier over hele verden. Alene 10% besparelse her i Europa vil betyde en besparelse på ca. 30 TWh årligt.

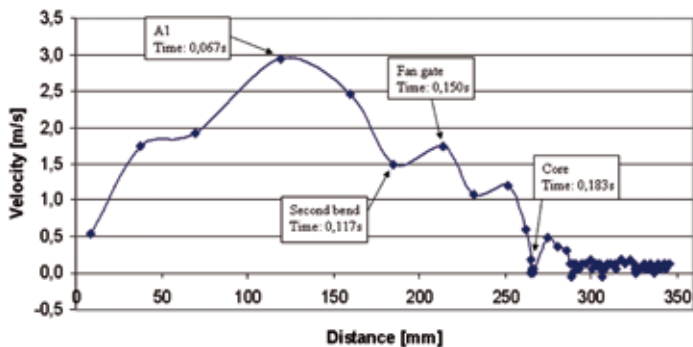
Det grundige eksperimentelle arbejde, der er udført i samarbejde med University of Birmingham ved projektets afslutning, har desuden ført til nogle konkrete resultater. Der er udviklet en metodik til dimensio-

nering af indløbssystemer, som også er testet i produktion. Da DISA Industries, ud over at producere støberimaskiner, også står for uddannelse af støberingeniører og –teknikere hos deres kunder, er projektets resultater allerede ved at blive spredt til støberier over hele verden.

Resultaterne er desuden løbende blevet præsenteret ved forskellige internationale konferencer og symposier, hvor det har vist sig, at den danske støberiindustri og dansk støberiteknisk forskning er blandt de bedste i verden.



Her ses i praksis, hvad man kan opnå ved at optimere indløbssystemet både mht. design og vægtbesparelse.



Graf, der viser smeltens hastighed i indløbssystemet og støbegodset. Læg mærke til hvor meget hastigheden reduceres inden smelten strømmer ind i emnet.



Billedserie, der viser hvordan støbejern strømmer under fyldning. Fra eksperimenter i laboratoriet på DTU.

Konklusion:

Der er ikke alene fremskaffet betydelig viden og forståelse for, hvordan man bør designe fremtidens indløbssystemer i støberier. Det er også dokumenteret, at der er god mulighed for at reducere den mængde metal, der skal smeltes pr. form i støberier, der fremstiller småt og mellemstort støbegods.

Yderligere er der, med et solidt eksperimentelt arbejde, lagt grundlaget til at videreudvikle det beregningssoftware, industrien kan anvende til at modellere og optimere støbeprocesser.

Der kan spares 10-30 % af den samlede mængde metal i formen – og alene 10 % svarer til en energibesparelse på ca. 30 TWh/år i Europa



Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frb. C
Tlf: 35 300 400

Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

Hvad kan projektet bruges til?

Projektets resultater skal først og fremmest anvendes i støberier over hele verden til at reducere energiforbruget til at smelte metal. I løbet af projektet er en række danske støberier med stor succes begyndt at anvende de resultater og metoder, der er udviklet.

Resultaterne bliver nu offentliggjort i internationale videnskabelige og tekniske tidsskrifter, og de bliver præsenteret på faglige kongresser over hele verden. Dermed spredes resultaterne hurtigt og effektivt.

Som en del af projektet er der i en ph.d. afhandling beskrevet en metodik til design af effektive indløbssystemer. Denne del af afhandlingen bør redigeres om til en selvstændig lærebog. Bogen skal suppleres med en let anvendelig version af et regneark, der kan anvendes til at dimensionere indløbssystemer, der ligeledes er udviklet således, at metodikken bliver let tilgængelig for alle, der ønsker at bruge den. Regneark og lærebog bør suppleres med det meget omfattende videomateriale, der er lavet i projektet.

Det kan give ingeniører og teknikere en enestående indsigt i støbeprocessen, som er meget vanskelig, at opnå i en produktionsvirksomhed, og umulig, at opnå hvis man ikke har specielle laboratoriefaciliteter til rådighed. Lærebogsmaterialet skal udvikles af DTU og DISA Industries i fællesskab, da det er de to parter i projektet, der til daglig står for uddannelse af ingeniører og teknikere i industrien.

Effekt:

I projektet er udviklet en metode til at dimensionere optimerede, strømlinede indløbssystemer til støbning af komponenter i sandforme. Metoden er dokumenteret både teoretisk og i produktion i danske støberier.

Ved at anvende strømlinede indløbssystemer er det muligt at reducere den mængde metal, der skal smeltes pr. form væsentligt. En reduktion af smeltebehovet med 10 % er realistisk, men i mange tilfælde kan besparelsen være større. Der smeltes ca. 13 Mt støbejern årligt i Europa og typisk bruges der 1.194 kWh til at smelte 1 kg jern. Hvis dette forbrug reduceres med 10 %, kan der årligt spares 30 TWh.

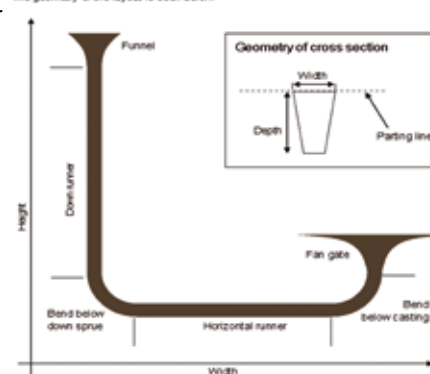
Foruden en direkte besparelse på den mængde metal, der skal smeltes, har projektet vist, at der er mulighed for at opnå en række andre besparelser.

Fx er det muligt, at støbe en række emner ved en smeltetemperatur, der er 50, måske 100 °C lavere end den temperatur, man normalt støber ved.

Det giver en direkte energibesparelse, og desuden betyder det, at for i ovne og støbeskeer m.m. slides mindre, samt at behovet for køling og ventilation reduceres. Ressourcemæssige besparelser, som givet er betydelige, men størrelsen af dem kan ikke umiddelbart vurderes.

Det er ikke vanskeligt at anvende designprincipperne for at designe strømlinede indløbssystemer, men det vil være nødvendigt, at man i støberierne uddanner en række nøglemedarbejdere i at designe indløbssystemerne. Det vil give et vidneløft til støberierne, som kan anvendes til at fastholde vigtige medarbejdere.

Design of layouts for vertically parted moulds
The geometry of the layout is seen below:



Figuren viser opbygningen af et strømlinede indløbssystem. De enkelte dele dimensioneres hver for sig og samles til det færdige indløbssystem.

Kontaktperson:

Niels Skat Tiedje
Institut for Produktion og Ledelse,
DTU
Anker Engelunds Vej 1
2800 Kgs. Lyngby
E-mail: nt@ipl.dtu.dk
Telefon: 45 25 47 19
Web: www.ipl.dtu.dk

Projekt:

Titel: Reduceret energiforbrug til smeltning i støberier
Nr.: 336-007
PSO Program 2004
Budget: 2.853.000 kr. Heraf 1.922.000 kr.
i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2004 – 31.12.2007

Programkoordinator:

Forskningskoordinator
Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C.
E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.elforsk.dk

