

Computersimulering af kerne- fremstilling ved hjælp af SOLOSIL TX – Grundlæggende forhold og anvendelse

Af Dr. Alexander Schrey, Foseco International.

Fortsat fra STØBERIET nr. 1 marts 2016



Afhærdningsprocessen af uorganiske varmeafhærdende kernebindemidler såsom SOLOSIL TX foregår i opvarmede metalkernekasser, hvor binderens vand fjernes, når kernekassen opvarmer kernesandet og der samtidigt skylles med varm luft.

For at kunne opnå en omkostningseffektiv kerneproduktion, skal man tilstræbe at holde procesgennemløbstiden så kort som muligt. Gennemløbstiden bestemmes af, hvor hurtigt kernesandet kan tørres. Her kan en computersimulering af produktionsprocessen være en værdifuld hjælp til optimering af kernekassens luftgennemstrømning til fjernelse af kernesandets fugt.

En computersimulering kræver dog kendskab til talrige produkt- og procesparametre nødvendige for at kunne udføre de nødvendige computerberegninger. [5]

I kerneskyderens komprimeringsfase skydes en blanding af sandkorn og luft med høj hastighed ind i kernekassen. Under denne proces opstår der mellem de enkelte sandkorn en vekselvirkning, der bl.a. er afhængig af sandets partikelstørrelse, binderens klæbeevne og kerneskyderens dynamiske skudkarakteristika. Disse i virkeligheden meget komplekse vekselvirkninger, der ændrer sig hurtigt under kerneskydningen, er binderspecifikke.

For at computersimulere komprimeringsprocessen

under kerneskydning skal sandets flydeevne bl.a. være kendetegnet af den såkaldte Coulomb-Limitværdi (denne CL-værdi er en matematisk talværdi, som afhænger af vekselvirkning mellem de enkelte sandkorn under komprimeringsprocessen).

Figur 13 viser resultaterne af tre forskellige beregninger til bestemmelse af sanddensiteten i en kernekasse. I det pågældende tilfælde har computerprogrammet anvendt 3 forskellige CL-værdien, mens alle andre parametre i beregningen (fx skudtryk, skudtid, partikelstørrelse, mængde bindemiddel, udluftningsforhold) er holdt konstant.

Man kan se, at en variation af CL-værdien, i dette tilfælde fra 47 til 51%, kan vise betydelige beregningsforskelle med hensyn til fyldning af kernekassen.

Illustrationen til venstre i figur 13 viser en helt fyldt kernekasse med maksimal ensartet paknings-tæthed.

En mindre reduktion af CL-værdien viser mindre tætpakkede områder (gul) og ufuldstændigt udfyldte områder (blå), hvilket skal fortolkes som indesluttet luft eller blot som "mangel på kernesand".

Med yderligere reduktion af CL-værdien øges andelen af svage eller utilstrækkeligt komprimerede områder yderligere (illustration til højre i figur 13).

For at kunne opnå en vellykket og erhvervsmæs-

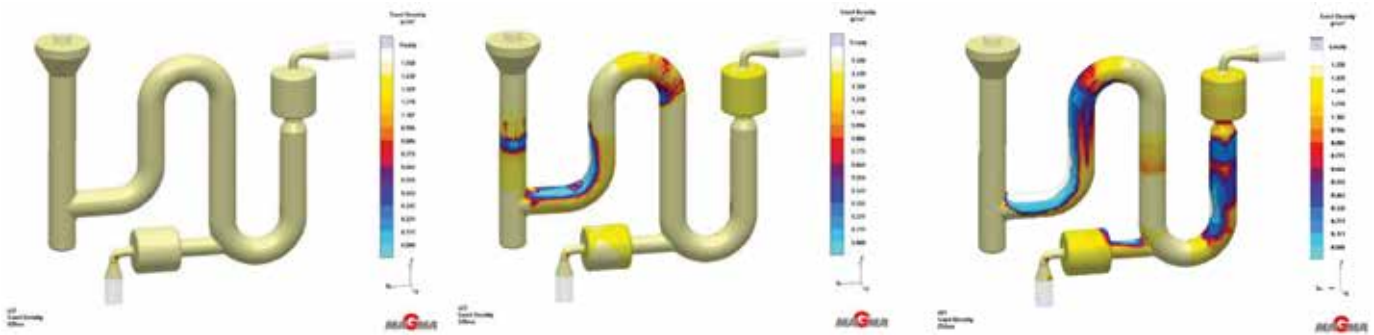


Fig. 13: Computerberegnet densitet af kernesandet i en forsøgskernekasse til fastlæggelse af formmaterialets flydeegenskaber. Sandets densitet afspejler vekselvirkningen mellem de enkelte sandkorn under komprimeringen, som er fastlagt af indstillingsparametrene. Presentation af sandets densitet som funktion af CL-værdien, aftagende fra venstre mod højre.

sige udnyttelse af computersimulering til kerneproduktion, er det tvingende nødvendigt, som det er blevet vist ved hjælp af ovenstående eksempel, i første omgang at bestemme de parametre, der er nødvendige for den faktiske beregning.

Desuden kræves erfaringsmæssige data, som Fosco har opnået efter talrige parameterforsøg med den specielt udviklede kernekasse til bestemmelse af flydeevnen.

Figur 14 viser et testresultat, hvor de fysiske kerne blev sammenlignet med det computerberegnete resultat.

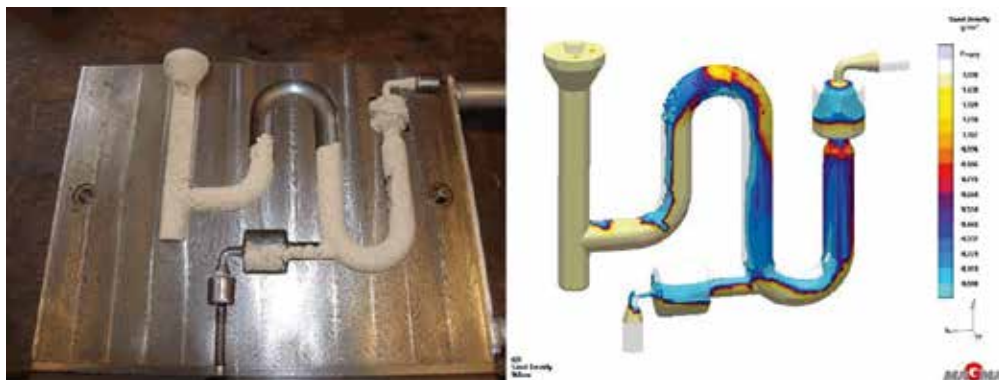
Den direkte sammenligning mellem den fysiske kerne og den simulerede kerne viser allerede en god overensstemmelse i den cylindriske del lige under skudhullet. Beregningen viser tydeligt en lav kompri-

mering efter den første bøjning lige før U-bøjningen, men efter U-bøjningen afviger den fysiske kerne betydeligt fra den simulerede kerne.

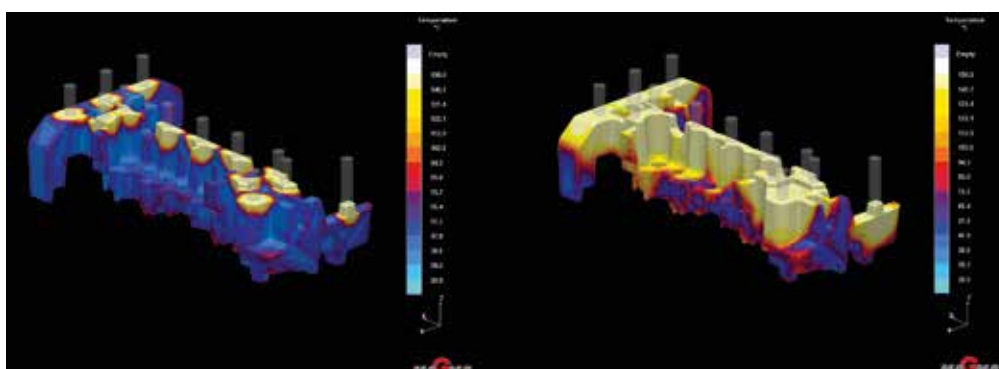
Af interesse er dog det faktum, at det cylindriske område i den nedre del af kerne-kassen, hvor sandstrømningen er modsat den oprindelige strømningsretning, kun er delvist fyldt i den fysiske kerne, hvilket igen bekræftes af det beregnede resultat. Senere skal det vises, at den beregnede simulering kan være med til at forudse potentielle problemområder i en kerne-kasse, hvor der anvendes uorganisk varmeafhærdende kernesand.

Figur 15 viser temperaturfordelingen i en fyldt kerne-kasse til et oliefordelingshus. For at kunne for-

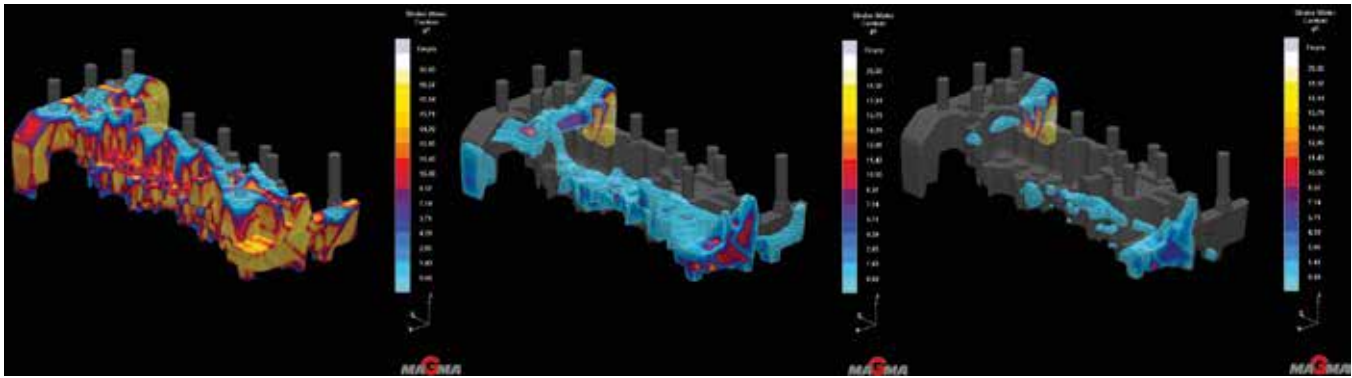
Fortsættes side 11



Figur 14. Sammenligning af en kerne fremstillet i en specialkerne-kasse (til venstre) med de simuleringsberegnete resultater (til højre).



Figur 15. Beregnet temperaturfordeling i en kerne til et oliefordelingshus efter hhv. 5 sekunder (venstre billede) og 15 sekunder efter skylning med 150 °C skylleluft (højre billede).



Figur 16. Vandindholdet i kernesandet til et oliefordelingshus efter hhv. 5 sekunder (venstre billede), 15 sekunder (midterste billede) og 25 sekunder (højre billede) tilsat 2,0 vægtprocent vandglasbinder

enkle fremstillingen er kernen i dette tilfælde kun afhærdet ved hjælp af varm skylleluft.

Gennem i alt tretten skyllekanaler (vist i fig. 15 som grå cylindre) skylles kernen med varm luft, der har en temperatur på 150°C ved indgangsdysen.

Efter 5 sekunder (venstre illustration i fig. 15) kan man tydeligt se, at kernesandet lige omkring dyserne har opnået samme temperatur som skylleluften. Simuleringen viser også, at der i enkelte områder længere væk fra dyserne kan findes langt højere sandtemperaturer end i sandet tættere på dyserne. Mest sandsynligt er det, at den varme skylleluft har fundet en hurtigere vej frem gennem et lille mellemrum mellem kernen og kernekassens sider end gennem selve kernen.

Efter yderligere 10 sekunders skylning (højre illustration i fig. 15) er temperaturfronten kommet videre gennem kernen. På dette tidspunkt er det allerede tydeligt, hvilke kernesektioner der vil afhærde sidst. Disse er, som kan forventes, de kraftigere sektioner og sektioner længere væk fra dyserne.

I et sådant tilfælde kan computersimulering være med til optimering af dysernes placering, så skylning med varm luft bliver hurtigere og mere ensartet.

I figur 16 vises vandindholdet i kernen efter succesivt øget tørretid (fra venstre til højre i figuren). Denne beregning kræver også oplysninger om binderens vandindhold og hvor meget binder der tilsættes.

Derefter er det muligt kvalitativt at bestemme den vandmængde, der er tilbage på og mellem sandkornene under tørring af kernesandet. Ved at ændre antallet af dyser, dysernes position, den varme lufts temperatur og/eller strømningshastighed kan man ved hjælp af computersimulering bestemme, hvilke af de udvalgte enkelte tiltag, der virker mest effektivt.

Disse beregninger kan under den indledende udformning af en kernekasse og placering af varmeelementer i kernekassen være med til at reducere antallet af de prøvefremstillinger, som almindeligvis udføres for at kunne opnå den ønskede kerne kvalitet eller produktionstid før en egentlig produktion igangsættes.

Computersimulering af alle kerneproduktions-

processer med uorganiske varmeafhærdende kernebindere byder på mange muligheder for bedre at kunne forstå de fysiske love, der er involveret i processerne, og simuleringen forkorter den tid, der kræves for at udvikle et nyt kernekasseværktøj.

Praktisk forsøg med SOLOSIL TX for vandkammerkerne 03HD

Foseco's omfattende arbejde med at udvikle et helt nyt varmeafhærdende uorganisk bindemiddel resulterede i fremkomsten af en produktgruppe, der sælges under navnet SOLOSIL TX.

De første praktiske forsøg med SOLOSIL TX fandt sted hos Volkswagen AG i Hannover, Tyskland, hvor deres støberi producerer forskellige typer aluminiumstopstykker. Blandt kernerne til disse topstykker er den såkaldte vandkammerkerne 03HD (figur 17) den mest komplicerede.

Disse vandkammerkerner har et yderst skrøbeligt design og er kendetegnet ved tynde sektioner, som stiller store krav til det uorganiske kernesandets styrke og flydeevne.

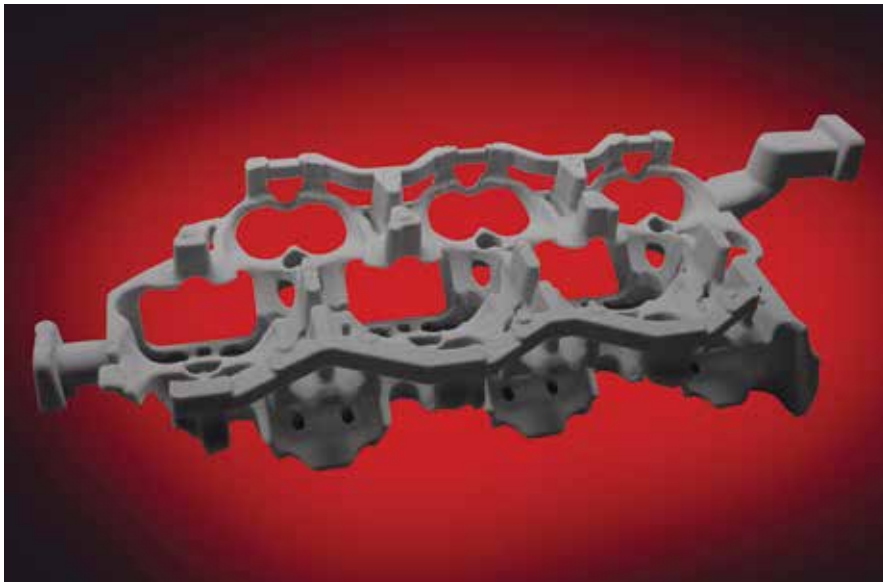
For at kunne opnå korte produktionstider, er det samtidig nødvendigt at binderen har en høj afhærdningsreaktivitet. Desuden skal kernesandet have en tilstrækkelig lang bænktid på mindst 60 minutter, og binderens reaktivitet må ikke begrænse den praktiske håndtering ved at blokere dyserne i kerneskyderen.

Figur 17 og 18 viser vandkammerkernen 03HD og en sektion fra en sådan kerne produceret med SOLOSIL TX bindemiddel. Kerner af disse typer fremstilles i stort antal og støbes med tilfredsstillende resultat hos Volkswagens støberi

Figur 19 viser et tværsnit gennem vandkamret på et støbt topstykke. Disse typer støbegods fremstilles med SOLOSIL TX bindemiddel og opfylder alle kundens krav for disse komponenter.

Sammenfatning

SOLOSIL TX er et nyt uorganisk bindemiddel fra Foseco. Kernesandsblandingen fremstillet med SOLO-



Figur 17. Vandkammerkerne 03HD, fremstillet med SOLOSIL TX bindemiddel



Figur 18. Sektion fra vandkammerkerne 03HD



Figur 19. Tværsnit gennem vandkamret af et støbt topstykke

SIL TX afhærdes i opvarmede kernekasser af metal.

Da der ikke findes organiske komponenter i såvel bindemidlet som kernerne afgives der ikke nogen som helst lugt, og under støbningen frigives kun vanddamp. SOLOSIL TX overholder derfor alle krav til miljøforbedrende og ressourcebesparende kerneproduktion og bidrager væsentligt til en forbedring af arbejdsmiljøet i støberiet. Desuden er alle emissioner af farlige stoffer, som kan opstå, når der anvendes organiske kernebindemidler, undgået ved anvendelse af SOLOSIL TX bindemiddel.

Styrkeværdierne af kerner fremstillet med SOLOSIL TX svarer til de traditionelle polyurethan cold-box kerner, i nogle tilfælde endog højere. På grund af kernesandets høje flydeevne kan komplekse og tyndvæggede kerner også fremstilles med denne pålidelige proces, som det er beskrevet med vandkammerkernen 03HD hos Volkswagens støberi i Hannover.

Computersimulering af kernefremstillingsprocessen har vist sig at være et værdifuldt værktøj til at beregne og styre temperaturfordelingen i kernekassen og hermed sikre, at vandet fra vandglasbinderen fjernes fuldstændigt og så hurtigt som muligt.

Det løbende udviklingsarbejde med SOLOSIL TX har fokus på anvendelsen af denne miljøforbedrende og teknisk avancerede kernefremstillingsproces i jern- og stålstøberier.

Referencer

Polzin, H.: Anorganische Binder zur Form- und Kernherstellung in der Gießerei [Inorganic binders for mould and core production in the foundry]. Fachverlag Schiele & Schön, 2002

Gebauer, A.; Gerstmann, O.: Das Arbeiten mit wasserglashaltigen Formsanden ohne Kohlensäurehärtung für Grau- und Stahlguss [The application of water glass containing moulding sand without carbon-dioxide hardening for iron and steel casting production]. Gießereitechnik No. 4, P. 73-77, 1957

Product information Brookfield E.L.V. GmbH; Lorch, 2014

Bischoff, U.: Dr.-Ing. Thesis TU Bergakademie Freiberg, 2003

Product information MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen, 2014

Forfatteren takker Dr. R. Rösch, S. Uhde and G. Jäger fra Foundry Volkswagen AG i Hannover for deres hjælp under produktudviklingen og afprøvningen.

Oversat for STØBERIET af Herbert Wolthoorn