

GEOPOL[®], fremtidens uorganiske bindemiddel

SAND TEAM

AF TOMÅS BAJER, SAND TEAM, TJEEKKIET

INDLEDNING.

Støberierne oplever i stigende grad myndighedernes strengere krav til arbejdsmiljø, emissioner og deponi. Form- og kernefremstillingsmetoder er ofte baseret på brugen af organiske bindersystemer, der anses for at være belastende for disse miljøområder. Dette har nødvendiggjort indførelsen af nye teknologier, som er mere acceptable med hensyn til miljøet og en bæredygtig udvikling. Disse nye teknologier er oftest baseret på uorganisk kemi. blandt dem findes de ymere bindemiddelsystemer. GEOPOL[®] teknologien blev udviklet i Tjekkiet af SAND TEAM for at imødekomme støberiernes stigende behov for at benytte sig af en form- og kernefremstillingsmetode, der vil forbedre problemerne med dampe, lugt og bortskaffelse af affald.

Hvad er GEOPOL[®]-teknologien

GEOPOL-teknologien benytter sig af et økologisk ymerbaseret uorganisk bindemiddel til fremstilling af sandforme og -kerner ved støbning af stål, jern og metallegeringer. Det uorganiske udgangsstof til bindemidlet har en lav polymerisationsgrad. Til hærden kan anvendes flydende hærder, CO₂ eller varme. Polymerisationsgraden påvirkes af den anvendte hærdemetode. Ved hærden dannes en fast uorganisk polymer med høj bindingsevne og god nedbrydelighed efter støbning. Desuden er form- og kernesandet nemt at regenerere.

Geopolymere er alkaliske alumino-silikater, det vil sige rent uorganiske materialer. Bemærk, at ymere ikke er

et natriumsilikat (vandglas) og har derfor ikke vandglassets væsentlige ulemper nemlig dårlige udslagnings- og lagringsegenskaber. ymere indeholder silicium, aluminium og nogle alkaliske grundstoffer, såsom natrium (Na) eller kalium (K), alle bundet sammen i et netværk af iltatomer. består således af tetraederkæder af SiO₄ og AlO₄ (fig. 1).

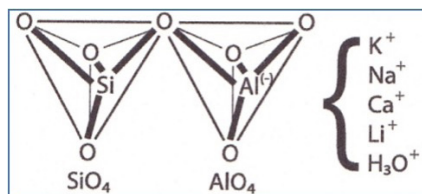


Fig. 1: Kemisk opbygning af Geopol.

GEOPOL[®]-teknologien og dens fordele

Geopol er et uorganisk bindemiddelsystem, som har egenskaber, der er med til at reducere problemerne med dampe, lugte og bortskaffelse af affald i støberier. Det karakteriseres ved følgende egenskaber:

- Kan anvendes til kerne- og formfremstilling, inklusive kasseløs formning.
- Kan anvendes til støbegods af stål, jern og metallegeringer.
- Kan anvendes til alle sandtyper, såsom cerabeads-, kvarts-, kromit-, olivin- og aluminosilikatsand.
- Har gode nedbrydningsegenskaber
- Er nemt at regenerere

Forskellige form- og kernefremstillingsmetoder

Teknologien finder anvendelse i tre grundlæggende fremstillingsmetoder:

1) Selvhærdende metoder

- Produktion af forme og kerner.
- Styk- og serieproduktion.
- Stål, jern, kobberlegeringer, aluminiumlegeringer.

(2) Gashærdende metoder

- Hovedsageligt kerneproduktion.
- Styk- og serieproduktion.
- Stål, jern, kobberlegeringer, aluminiumlegeringer.

(3) Varmehærdende metoder

- Kerneproduktion.
- Serie- og masseproduktion (bilindustrien og OEM-leverandører).
- Aluminiumslegeringer, delvist jernstøbegods.

En fjerde anvendelsesmulighed er under udvikling til 3D-teknikken

Selvhærdende form- og kernefremstilling

Sandblandingen til selvhærdende (no-bake) form- og kernefremstilling består af sand, en GEOPOL[®] binder samt en flydende hærder. Almindeligvis tilsættes binderen med 1,4 til 2,0 vægtprocent. BPS (vægtprocent baseret på sandvægten). Hærdertilsætningen er på 14 til 18 vægtprocent. BPB (vægtprocent baseret på bindervægten). Som vist i fig. 2 er fremstillingsprocessen som ved tilsvarende selvhærdende fremstillingsmetoder såsom furan og alkalisk fenol.

Til støberiets forskellige krav til forme og kerner findes forskellige typer. Til almindelige formål anvendes GEOPOL[®] 618, mens GEOPOL[®] 620A anvendes, når der er behov for forbedret styrke ved høj temperaturpåvirkning, fx ved støbning af stål og jern.

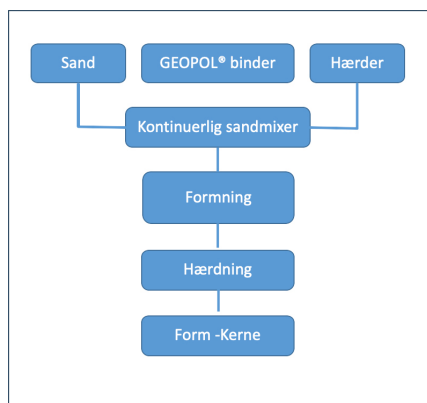


Fig. 2: No-bake form- og kernefremstilling

Der findes ligeledes forskellige typer hærder, hvor SA 70 hærder anvendes til almindelige formål, mens der med Geofix 100-serien kan opnås et forbedret forholdet mellem bænktid og striptid, dvs. tiden mellem formning og tidspunktet, hvor modellen kan trækkes eller kernen kan fjernes fra kernekassen. Denne serie af hærder er eksempelvis velegnet til kasseløs formning.

Geofix 100-serien forbedrer form- og kernesandets nedbrydelighed, genanvendelighed og regenereringsgraden.

No bake sandblandinger

De vigtigste egenskaber for no-bake sandblandinger er:

- Bænktid
- Striptid
- Sandstyrke

Den ønskede bænktid og striptid kan opnås med den rette type flydende hærder, normalt en blanding af en langsom og en hurtig hærder. Bænk-tiden kan være fra et par minutter til mere end 20 minutter.

Sandets bøjebudstyrke er afhængig af den anvendte sandtype samt binder- og hærder type, og der kan efter 24 timers afhærdning opnås mellem 1,5 til 2,2 MPa bøjebudstyrke.

Gashærdende kernefremstilling

Ved den gashærdende fremstillingsmetode hærder bindersystemet ved begasning med CO₂. Sandblandinger til denne CO₂-proces består af sand og et bindemiddel, der tilsættes fra

2,3 til 3,0 vægt pct. BPS. Til almindelig brug for jern og metallegeringer anvendes 510 binder. Processen anvendes især til kernefremstilling (fig. 3) men kan også bruges til visse formfremstillingsopgaver.

For at opnå højere umiddelbare styrker samt forbedring af lagringsstyrke kan man med fordel tilsætte GEOTEK-accelerator, som leveres i både flydende og i pulverform. Med disse tilsætningsstoffer kan der også opnås nedbrydningsegenskaber, der svarer til de alkaliske fenolharpiksbindemidler, der også er hærdet med CO₂.

Hvis man forhindrer, at sandblandingen kommer i kontakt med luftens CO₂, S kan den opbevares i op til 24 timer uden at ændre kvalitet.

Acceleratorer fremskynder hærdningen af kerner og reducerer forbruget af CO₂. Sammenlignet med vandglas er hærdningstiden kortere, men sammenlignet med CO₂-hærdet alkalisk fenolharpiks, er hærdningstiden længere.

Geotek tilsættes med 0,5 til 0,8 % vægt pct. BPS, og til almindelige formål anvendes Geotek 001. Til hurtig hærdning og forbedret vedvarende styrke under lagring anvendes Geotek 007, mens Geotek 005 kan anvendes, når der ønskes maksimal styrke.

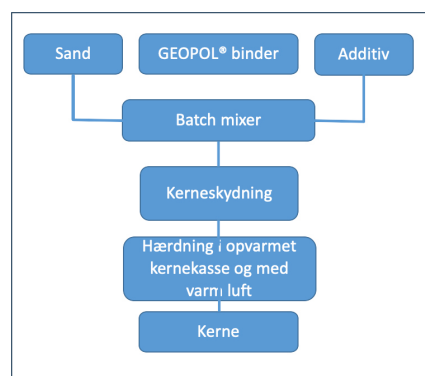


Fig. 3: Gashærdende kernefremstilling

Varmehærdende kernefremstilling

GEOPOL® W-bindemidler bruges til fremstilling af kerner, der hærdes ved hjælp af varme. Metoden er velegnet til serie- og masseproduktion af kerner. Hærdningen sker ved de-

hydrering, som er en fysisk reversibel proces. Hele teknologien er rent uorganisk, så den har i forhold til de organiske bindemidler mindre påvirkning på miljøet og forbedrer de arbejdsmæssige forhold i støberiet.

Kernefremstilling er som vist i fig. 4. Sandblandingen skydes ind i en opvarmet kernekasse. Hærdningen af sandblandingen i den varme kernekasse accelereres ved at blæse varm luft igennem kernesandet på samme tid. Et anvendeligt temperaturinterval for den varme luft ligger mellem 100 og 200 °C. I temperaturområdet fra 150 til 200 °C opnås en større dehydrering, der forbedrer lagringstiden. En forøget dehydrering kan også opnås ved mikrobølgehærdning.

For at forbedre kernerens befugtnings-ejne samt kold- og varmestyrke kan det anbefales at bruge GEOTEK W pulveradditivet

Sammenlignet med coldbox-amin metoden opnås ved anvendelse af W sammenlignelige (endda højere) styrker med samme eller kortere hærdningstid, og kernerens nedbrydelighed efter støbning er betydeligt bedre. Kernestyrker og andre egenskaber afhænger af bindertilsætningsniveauet i sandblandingen og af parametrene i produktionsprocesserne. Bøjningsstyrken efter hærdning og afkøling når op på 5 MPa.

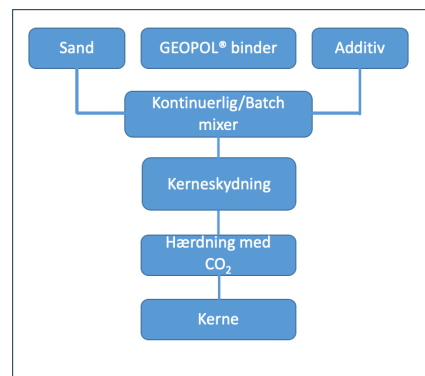


Fig. 4: Varmehærdende kernefremstilling

Sandblandinger til varmhærdende kernefremstilling

Sandblandingen består af sand, en GEOPOL® binder samt en flydende hærder. Almindeligvis tilsættes binderen med 1,8 til 2,3 vægt pct. BPS. Tilsætning af additiver fra 0,3 til 1,2 vægt pct. BPS.

Emissioner

Emissionerne udgør et af støberiernes væsentlige miljøproblemer. Støberierne er nødt til at tage højde for de stigende omkostninger, der er forbundet med at løse disse problemer. Derfor er man i stigende grad interesseret i teknologier med mere gunstige miljøegenskaber, og man forsøger at indføre dem i den daglige drift. Miljøpresset er endnu større i de økonomisk udviklede lande; men her er der imidlertid også en øget interesse for udvikling og implementering af nye teknologier, der kan nedbringe miljøbelastningen. GEOPOL®-teknologien er inkluderet i EU's Green Casting Life Project (fig. 5), hvor målet er at ændre støberiindustriens miljømæssige fodaftryk. Generelt forventes det, at de uorganiske bindemiddelsystemer bevirker betydelige reduktioner i emissionerne. Sammenligningen med hensyn til emission fra BTEX og PAH af 3 forskellige selvhærde bindersystemer fremgår af graferne i fig. 6.



Fig. 5: Green Casting Life Project

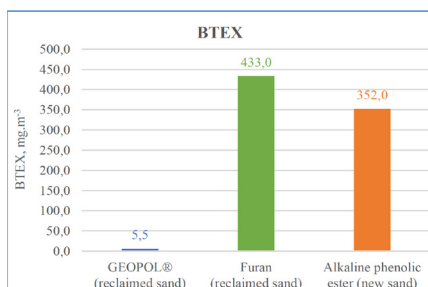
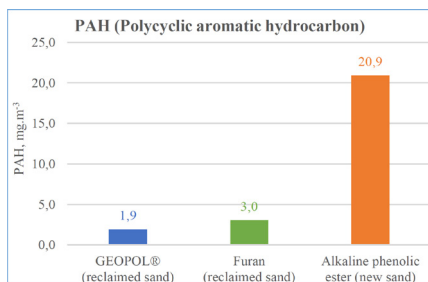


Fig. 6: PAH og BTEX fra GEOPOL®, furan og alkalisk fenol

Overskudssand

Overskudssand fra no-bake GEOPOL® sandblandinger indeholder ingen fenoler eller udvaskbare stoffer og er ikke klassificeret som farligt i henhold til den tjekkiske lov 185/2001 om deponering af affald.

Affald til vejfyld må ikke overskride grænseværdierne for indholdet af forurenende stoffer i tørstoffet, og derfor er udvaskningsværdierne afgørende for deponeringstypen. DOC-parameteren (Dissolved Organic Carbon) er afgørende for indplacering i udvaskningsklassen.

Bemærk at overskudssand fra furan ikke kan deponeres i henhold til den tjekkiske lovgivning.

Mængden af TOC (Total Organic Carbon, samlet organisk kulstof) er en vigtig indikator for, hvorvidt form- og kernerens overskudssand kan foruren vandmiljøet. Fig. 7 viser, hvordan bidrager med betydelig mindre TOC i forhold til furan eller alkalisk fenol.

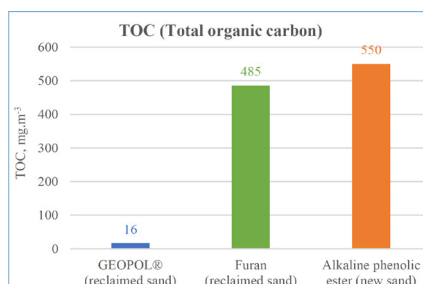


Fig. 7: TOC af GEOPOL®, furan og alkalisk fenol

Gasudvikling under støbning

Som vist i fig. 8 er gasudviklingen under støbning betydelig mindre end ved de generelt anvendte organiske bindersystemer. Dette betyder ikke alene mindre emission, men også mindre risiko for gasrelaterede støbefejl.

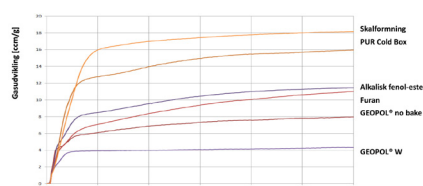


Fig. 8: Emission under støbning

Mixerudstyr til sandblandinger

Til sandblanding kan kontinuerlige eller batch mixere anvendes. For at kunne afprøve -processen tilbyder Sand Team gratis leje af en mobil mixer OMEGA SINTO SPARTAN 305P (fig. 9), således at afprøvning kan udføres uden afbrydelse af den normale produktion.



Fig. 9: Omega Spartan mixer

Sandregenerering

Regenereringsgraden af sandet fra ymermetoden kan sammenlignes med regenereringsgraden af sand indeholdende de organiske bindemidler. Desuden kan sandblandingerne nemmere nedbrydes. Dette er konstateret hos støberier, der støber aluminium- eller andre metallegeringer. Det betyder, at ved lavere temperaturer er nedbrydningen bedre end hvor der er brugt de konventionelle organiske bindemiddelsystemer.

Regenerering kan udføres med et konventionelt vibrationsgenvindingsanlæg, der anvender skrubningsprincippet. Regenereringsgraden er ca. 70%. SAND TEAM har udviklet en sekundær regenereringsenhed for at forbedre regenereringsgraden af det brugte sand. Når denne enhed er integreret i det primære regenereringsanlæg kan 85-95 % af det brugte sand anvendes igen. Dermed slipper man for at deponere det oversky-

dende støbesand på lossepladser og belaste landskabet med overskuds-sand. Den bedre udnyttelse af det regenererede sand og besparelserne på nysand forbedrer også støberiernes økonomi.

Den sekundære regenereringsenhed virker ved at bringe sandet i kontakt med roterende metalplader, der effektivt fjerner de sidste binderrester fra sandkornene. Denne proces kan også være med til at udglatte ujævhederne på sandkornene. Under processen dannes minimalt støv.

Ekstern fremstillede uorganiske kerner

Ikke alle støberier har mulighed for at fremstille eller bare afprøve uorganiske kerner, men det er muligt at få sine kerner fremstillet hos SAND TEAM, som kan levere uorganiske kerner til hele Europa.

Mange støberier står over for mangel på arbejdskraft. Ved at outsource fremstillingen af kerner kan støberierne flytte deres egne folk fra kernemageriet til andre opgaver i støberiet.

Case studie

Det tjekkiske aluminiumstøberi UNITHERM s.r.o., Jablonec nad Nisou byggede i 2014 et nyt støberi med det formål at anvende uorganisk GEOPOL®-teknologien som erstatning for furansand.

Med indførelse af den nye teknologi samt anvendelse af nye kontinuerlige mixers, regenereringsanlæg og andet nyt og moderne produktionsudstyr har man opnået fremstilling af forme og kerner med 90 % regenereret og 10 % nysand. GEOPOL® tilsættes fra 1,6% til 1,8% til hhv. forme og kerner. SA eller GEOFIX type hædere tilsættes med 15%.

Bøjebrydstyrke er som følger:

- 0,5 - 0,7 MPa efter 1 time.
- 1,0 - 1,1 MPa efter 4 timer.
- 1,4 - 1,8 MPa efter 24 timer.

Selv om UNITHERM er et aluminiumstøberi, og den termiske påvirkning af sandet derfor ikke er så stor som



Fig. 10: UNITHERMs formeri

i stål- og støbejernsstøberier, har de med anvendelse af teknologien mulighed for at bruge en høj procentdel af genvundet sand.

Den installerede genvindingsenhed består af en primær og en sekundær regenereringsenhed.

Den sekundære enhed fungerer efter de roterende metalpladers princip, og den intensive fjernelse af binderlaget foregår med meget lidt støvdannelse. Faktisk fjernes kun 3,45 procent støv under regenereringsprocessen.

Fig. 10. og artiklens forsidebillede viser UNITHERMs nye støberi; bemærk den store grad af ren- og ryddelighed. Fig. 11 viser nogle af Unitherms forme, kerner og produkter.



Fig. 11: Billeder fra Unitherm

Fordele og ulemper med uorganisk selvhærdende form og kernesand

Hos Unitherm har men siden indførelse af GEOPOL®-teknologien kunnet opnå følgende i forhold til form- og kernefremstilling med furan.

Fordele:

- Betydelige emissionsreduktioner sammenlignet med organiske processer.
- GEOPOL®-teknologien har forbedret arbejdsforholdene i støberierne betydeligt.
- Ingen lugtgener under støbning.
- Ingen røgudvikling under støbning.
- Ingen lugtgenering under udslagning.
- Næsten ingen VOC'er.
- Affaldssand indeholder ikke fenoler eller udvaskbare produkter.

- Minimalt indhold af opløst organisk kulstof.
- Meget lav gasudvikling minimerer støbefejl.
- Sandblandingerne bænktid går fra nogle få minutter til mere end 20 minutter.
- 100% af det regenererede sand kan bruges til bagsand.
- Op til 90% af det regenererede sand kan bruges som modelsand.

Ulemper:

- Lavere styrke sammenlignet med furan.
- Modeltræk kræves større omhu.
- Høj regenereringsgrad kræver sekundær regerering.
- Hærdere er stadig organiske baseret.

Sammenfatning

De uorganiske bindemidler tilbyder helt klart en løsning til fremtidens støberiproduktion. Derfor er det allerede klart, at udviklingen af støbeprocesser vil fortsætte i denne retning.

GEOPOL[®]-teknologien kan anvendes til tre form- og kernefremstillingsmetoder, nemlig den selvhærdende, den gashærdende og den varmhærdende metode.

Disse GEOPOL[®]-fremstillingsmetoder kan bruges til produktion af støbegods af stål, støbejern, ikke-jernholdige metaller og deres legeringer. Desuden er GEOPOL[®] velegnede til alle typer sand. Denne nye bindemiddelteknologi kan derfor bruges som

erstatning for de eksisterende bindemiddelsystemer, både organiske og uorganiske, der anvendes til fremstilling af forme og kerner. GEOPOL[®]-teknologien giver væsentlige forbedringer af arbejds- og miljøbelastningen i forhold til konventionelle fremstillingsmetoder.

Artiklen er baseret på et foredrag af Tomáš Bajer ved DFS's årsmøde i Faaborg d. 2. september 2023. Bearbejdet for STØBERIET af Herbert Wolt-hoorn

For yderligere information:
Tomáš Bajer, bajer@sandteam.cz