NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO (11) **300162** (13) B1

(51) Int Cl[6] B 22 C 1/22

Patentstyret

(21) Søknadsnr	891445	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	07.04.89		
(24) Løpedag	07.04.89	(85) Videreføringsdag	
(41) Alm. tilgj.	09.10.89	(30) Prioritet	08.04.88, US, 179392
(45) Meddelt dato	21.04.97		

(73) Patenthaver Borden Chemical Inc, 180 East Broad Street, Columbus, OH 43215-3799, US
(72) Oppfinner S. Raja Iyer, Naperville, IL, US
(74) Fullmektig Sigrun E. Græsbøll, Bryn & Aarflot AS, 0104 OSLO

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte for å behandle frittstrømmende sand for å forbedre strekkfastheten til en herdet artikkel laget av harpiksbindemiddel og sand**

(56) Anførte publikasjoner US 4474904
"Union Carbide Silanes as Additives for Foundry Resins", Union Carbide Bulletin, April 1968, side 1-5

(57) Sammendrag

Fremgangsmåte for behandling av gjenvunnet sand oppnådd fra støperiformer og -kjerner som er befridd for kappen, som inneholder et herdet bindemiddel som stammer fra en esterherdet, alkalisk fenolharpiks. Behandling av den gjenvundne sand med en silanløsning, spesielt en vandig løsning, forsterker strekk-fasthetene til støperiformer og -kjerner produsert derav, utover de verdier som oppnås med ubehandlet, gjenvunnet sand. Fremgangsmåter for produksjon av støperikjerner og -former som inkorporerer en slik behandlingsprosess beskrives også, i likhet med råmaterialblandinger.

Oppfinnelsen vedrører behandling av frittstrømmende, granulær sand, nemlig gjenvunnet ("reclaimed") sand som tidligere er blitt brukt ved forming til en harpiksavbundet artikkel med et bindemiddel av en alkalisk fenolharpiks,

Ved produksjon av støperiformer og -kjerner fra sand som er avbundet med et herdbart bindemiddel, er resirkulering av sanden viktig ut fra økonomiske betraktninger.

Å gjenvinne sand fra en støperiform eller -kjerne innebærer å ryste den brukte støpeform eller -kjerne, vibrere den eller fjerne kappen mekanisk etter fjerning av støpestykket, slik at sanden løsner og eventuelle klumper eller agglomerater brytes opp. Avbindingsegenskapene til gjenvunnet sand er generelt dårligere enn for pristinsand (ubrukt sand), noe som krever ytterligere forarbeidelse for effektiv anvendelse. Det er tre generelt anerkjente behandlingsmetoder for gjenvinning av sand; mekanisk, våt og termisk.

Mekaniske behandlingsprosesser er de som mest vanlig anvendes av støperi-industrien fordi de er de mest økonomiske. Varmebehandlingsprosesser er uønsket i sammenligning på grunn av deres høye energiomkostninger. Våtbehandlingsprosesser er uønsket i sammenligning på grunn av avfallsproblemer assosiert med vaskevannet og energiomkostninger for tørking av sanden.

På grunn av begrensninger i de mekaniske og termiske behandlingsprosesser har således gjenvunnet ("reclaimed") sand, spesielt slik sand som gjenvinnes fra støperiformer eller -kjerner, hvor det herdede bindemiddel var en esterherdet alkalisk fenolharpiks, avbindingsegenskaper som er dårligere enn dem hos pristinsand. Disse dårligere avbindingsegenskaper begrenser bruksnivået for gjenvunnet sand i mange tilfeller til ca. 50 vekt% av den totale sand når støperikjerner og -former dannes. Gjenvunnet sand i nivåer opp til 90 vekt% trenges for oppnåelse av de ønskede økonomiske forhold og reduserer avfallsomkostninger til et minimum.

Det er nå oppdaget at evnen hos gjenvunnet sand til å danne avbundne artikler med tilfredsstillende strekkfasthet kan forsterkes ved behandling av den gjenvunne sand med en silanløsning.

Denne behandling er generelt nyttig for brukt sand som er gjenvunnet for bruk om igjen og underkastet en mekanisk eller termisk gjenvinningsbehandling. Den er også nyttig, men generelt ikke nødvendig, for en brukt sand som er blitt utsatt for våt-gjenvinningsbehandling.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en fremgangsmåte for å behandle frittstrømmende, granulær sand, eventuelt i blanding med pristinsand, omfattende minst 20 vekt% frittstrømmende, granulær støperisand som tidligere er blitt brukt ved forming til en harpiksavbundet artikkel med et bindemiddel av en alkalisk fenolharpiks som er herdet ved hjelp av et esterfunksjonelt herde-middel, og deretter separert fra denne formede artikkel til fritt-strømmende granuler, for å forbedre strekkfastheten til en herdet, harpiksavbundet formet artikkel laget av nevnte sand, sammenlignet med strekkfastheten som ville blitt oppnådd i fravær av nevnte behandling.

Fremgangsmåten er karakterisert ved at sanden eller sand-blandingen bringes i kontakt med en løsning av et aminosilan, hvor

(a) løsningsmidlet i nevnte løsning er valgt fra gruppen som består av vannforlikelige, organiske løsningsmidler, vandige væsker, og blandinger derav,

(b) idet aminosilanet består av enten:

(1) et silan som tilsvarer formelen $R'Si(OR)_3$, hvor R' er en C_2-C_6-alkylengruppe som er bundet til en amino-, hydroksy-C_1-C_6-alkylamino eller amino-C_1-C_6-alkylamino-gruppe, og hvor gruppene R kan være like eller forskjellige og er valgt fra C_1-C_6-alkyl- og C_1-C_6-alkoksy-substituert C_1-C_6-alkylgrupper, eller

(2) et aminoalkyl-alkoksysilan med formelen

$$R_2N(CH_2)_nSi(OR^1)_{3-x}(R^2)_x$$

hvor hver R kan være H eller lavere alkyl, uavhengig av den andre,
n er et helt tall fra 2 til 5,
R^1 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer,
R^2 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer eller fenyl, og
x er 0 eller 1, eller

(3) $R_2N-(CH_2)_m-NH-(CH_2)_nSi(OR^1)_{3-x}(R^2)_x$, hvor hver R kan være H eller lavere alkyl uavhengig av den andre,
m er et helt tall fra 2 til 3,
n er et helt tall fra 2 til 4,
R^1 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer,
R^2 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer, og
x er 0 eller 1, og

(c) mengden av nevnte aminosilan-løsning som anvendes er tilstrekkelig til å øke strekkfastheten til de formede, harpiksavbundne artikler som er fremstilt av slik silanbehandlet sand.

Søknad nr. 89.4793 - som er avdelt fra foreliggende søknad - beskriver en fremgangsmåte for produksjon av harpiksavbundne sandformer, f.eks. støperiformer eller -kjerner, hvor fortrinnsvis minst 20 vekt% av den brukte sand er gjenvunnet sand. Faktisk er mengden av gjenvunnet sand fortrinnsvis 50%, 60%, 80% eller til og med 100% av den brukte sand. For mange støperier dikterer økonomien at et nivå av gjenvunnet sand på 60% til 80%, i det minste, brukes.

Disse metoder omfatter trinnene med å blande en bindemiddelløsning, et herdemiddel og silanbehandlet, gjenvunnet sand, i en råmaterialblanding, forme den ønskede fasong av denne blanding og tillate bindemidlet å herde. Silanløsningen kan påføres på den gjenvunne sand enten før, etter eller samtidig med fremstilling av råmaterialblandingen.

Foretrukne mengder av silanløsning for påføring på gjenvunnet sand faller innen området 0,05-1,0 vekt%, basert på vekten av gjenvunnet sand, og de foretrukne konsentrasjoner av silanløsninger faller innen området 5-90 vekt%, fortrinnsvis 10-50% basert på vekten av silanløsningen.

Behandling av gjenvunnet sand med en silanløsning i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse er funnet å være mer effektiv enn behandling av gjenvunnet sand med ufortynnet silan eller ved tilsetning av silan eller en silanløsning til en løsning av et alkalisk fenolharpiks-bindemiddel.

Et bindemiddelsystem som kan anvendes for å tilveiebringe råmaterialblandingen, omfatter tre separate komponenter inklusive:

a) en vandig løsning av en fenolharpiks som kan herde ved romtemperatur med et herdemiddel som har esterfunksjonalitet,
b) et herdemiddel for harpiksen og
c) en silanløsning.

Disse tre komponenter kan blandes med den gjenvunne sand i enhver rekkefølge, og etter dette vil bindemidlet herde og stivne. Fenolharpiksen kan være en alkalisk fenolharpiks, og i dette tilfelle vil et herdemiddel med esterfunksjonalitet initiere herding ved omgivelsestemperatur.

Betegnelsen "gjenvunnet sand", slik den her brukes, refererer til sand som er formet til en harpiksavbundet fasong med et alkalisk harpiksbindemiddel, deretter gjenvunnet for bruk om igjen, i form av frittstrømmende granuler. Oppfinnelsen ble utviklet for bruk med brukt sand som på forhånd var blitt avbundet med et esterherdet alkalisk fenolbindemiddel. Slik på forhånd avbundet sand kan, når den gjenvinnes, anvendes om igjen slik den er, sammen med et esterherdbart alkalisk fenolharpiks-bindemiddel, men de harpiksavbundne artikler som således dannes, er generelt karakterisert ved strekkfastheter som er lavere enn hva som er ønskelig. Dette menes å være forårsaket av nærvær av en vannfjernbar rest på de brukte sandkorn. Denne rest synes å bestå av flere forskjellige komponenter, men den viktigste sådanne med hensyn til å ha effekt på strekkfastheten menes å være et alkalisilikat. Hvis det alkaliske fenolharpiks-bindemiddel som tidligere ble anvendt var en kaliumfenolharpiks, ville resten omfatte kaliumsilikat. Andre alkaliske silikater menes å bli produsert ved hjelp av andre alkaliske harpikser.

Overflateresten på den gjenvunne brukte sand ville også forventes å inkludere en film eller partikler av herdet harpiksbindemiddel, karbon, delvis karbonisert harpiksbindemiddel og støv, såvel som eventuelt alkalisk silikat som er til stede. Noen av disse materialer kan fjernes ved vannvasking, og noen ved varme- eller slipebehandlinger. Anvendelse av foreliggende oppfinnelse har den fordel å eliminere bekymringer angående naturen av resten og årsaken til dårlige strekkfastheter, siden anvendelse av foreliggende oppfinnelse fører til produksjon av harpiksavbundne sandartikler som har tilfredsstillende strekkverdier.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et praktisk hjelpemiddel for å anvende gjenvunnet, brukt sand sammen med en esterherdbar alkalisk fenolharpiks for å danne harpiksavbundne sandformer med akseptable strekkfastheter, til tross for nærvær av slike rester. Oppfinnelsen viser seg forbausende enkel når den er kjent, men var ikke lett å utvikle: den innebærer anvendelse av en silanløsning på den gjenvunne brukte sand.

For lettvint henvisning i det følgende refereres den gjenvunne brukte sand som oppfinnelsen er anvendelig på, til sand gjenvunnet fra en formet artikkel på forhånd avbundet med et alkalisk bindemiddel, eller som sandgranuler med restalkalitet, eller som sand som på sin overflate har en vannfjernbar rest. Disse alternative uttrykk anvendes på grunn av usikkerhet angående årsaken til de dårlige strekkverdier som observeres hos gjenvunnet, på forhånd alkaliharpiksavbundet sand, selv om det ikke er noen uvisshet angående forbedringen i strekkverdier som oppnås ved anvendelse av foreliggende oppfinnelse.

Gjenvunnet, brukt sand kan tillages for bruk ved utførelse av oppfinnelsen ved mekaniske og termiske gjenvinningsprosesser, som nå kjent på fagområdet. Slike prosesser kan anvendes for å produsere gjenvunne sandgranuler av en størrelse som tilsvarer en siktfordeling på 25-140 Grain Fineness, som definert i American Foundrymen's Society's "Mold and Core Test Handbook", side 4.2 - 4.5. De mest foretrukne kornstørrelser for pristinsand har en siktfordeling på 30-80, og de mest foretrukne kornstørrelser for gjenvunnet sand følger et lignende størrelsesmønster og fordeling.

Sand som vanligvis anvendes i støperiindustrien inkluderer silisiumdioksydsand, kvarts, kromittsand, zirkoniumsand og olivinsand, men mange andre materialer kunne bli anvendt.

Den gjenvunne brukte sand, som foreliggende oppfinnelse befatter seg med, er sand som tidligere er blitt avbundet med en fenolharpiks oppnådd ved omsetning av en fenol, inklusive fenol, en kresol, resorcinol, 3,5-xylenol, bisfenol-A, eller andre substituerte fenoler, samt blandinger derav, med et aldehyd som f.eks. formaldehyd, acetaldehyd, furfuraldehyd, og aldehydblandinger. Foretrukne reaktanter er fenol og formaldehyd benyttet i et molforhold mellom fenol og formaldehyd i området fra 1:1 til 1:3, og mer foretrukket 1:1,5 til 1:2,8.

Egnede alkaliske materialer anvendt for å kondensere disse fenoliske harpikser inkluderer natriumhydroksyd, kaliumhydroksyd, litiumhydroksyd og blandinger derav, og kaliumhydroksyd foretrekkes mest. En del av det alkaliske materialet kan tilveiebringes ved, istedenfor en del av alkalimetall-hydroksydet, å benytte et to-verdig metallhydroksyd, f.eks. magnesiumhydroksyd og kalsiumhydroksyd. Alkali:fenol-forholdet for disse fenolharpikser er fortrinnsvis i området fra 0,2:1 til 1,2:1.

De mer vanlig anvendelige fenolharpikser er generelt slike som har en vektmidlere molekylvekt, fortrinnsvis over 500, mer foretrukket over 700 og mest foretrukket i området fra 1000 til 2500, bestemt ved gelgjennomtrengnings-kromatografi (GPC). I den foretrukne GPC-metode, som her anvendes, blir harpiksprøven oppløst i tetrahydrofuran (THF), deretter nøytralisert med 1N saltsyre. Det således dannede salt fjernes ved filtrering, og den filtrerte overstående flytende harpiksløsning kjøres på et GPC-apparat for bestemmelse av MV. Apparatet inkluderte en Waters modell 6000A pumpe, en Waters model R401 differensial-brytnings-indeks-detektor, en Waters modell 730 Data Modul, PL Gel 30 cm 10μ kolonner, porøsiteter 10^4, 500, og 50 Ångstrøm-enheter, respektive, og en Rheodyne modell 70-10-prøve-sløyfe-injektor utstyrt med en 100 μl sløyfe og et 0,5 μm in-line filter, beliggende mellom injektoren og den første kolonne.

For å bestemme MV for en vandig alkalisk resol er metoden som følger: Oppløs 1g harpiks i 10 ml metanol. Juster pH-verdien til 7 på et bufret pH-meter med 1N saltsyre. Tilsett 10 ml ustabilisert THF og fortsett røring for å sikre at all harpiks er i løsning. Tillat eventuelt utfelt salt å sette seg og overfør 500 μl av den overstående væske til en 5 ml prøve-glassbeholder. Fjern løsningsmidlet under vakuum på minst mulig tid (ca. 5 min.) og ved temperatur på ca. 35°C. Tilsett 1 ml mobil fase og filtrer.

Primær kalibrering av kolonnene utføres med fenol og de oligomerer som dannes ved omsetning av 2,4'-dihydroksy-difenylmetan med formaldehyd i et molforhold på 1,5:1 med svovelsyre-katalysator og en temperatur på 120°C i 30 min. Dette gir enkelttopper for 8-rings-forbindelser (MV 850). Over dette blir kalibreringskurven ekstrapolert.

Så snart kolonnene er kalibrert med primære standarder, kan harpikser kjøres og deres vektmidlere molekylvekter oppnås. Én av disse prøver kan velges som en sekundær standard for å undersøke dag-til-dag oppbinding, ikke bare av retensjonstider, men av beregnede molekylvektgjennomsnitt.

En standard harpiksløsning bør injiseres hver gang når GPC-systemet startes og gjentas inntil overensstemmende retensjonstider og molekylvekter blir oppnådd. Hvis kalibreringen er tilfredsstillende, kan prøver kjøres. Hvis resultatene er overensstemmende, men varierer fra de forventede, og det ikke er noen lekkasjer eller innfangede luftbobler i systemet, så bør kolonnene bli rekalibrert med primære standarder.

De anvendelige vandige løsninger av fenolharpiks-bindemidlet bør ha faststoffinnhold i området 40-75 vekt%, fortrinnsvis 50-60 vekt%. Brookfield-viskositeten til slike løsninger er vanligvis i området fra ca. 50 til ca. 750 cP. Brookfield-viskositeten til slike løsninger ved et faststoffinnhold i området 53-58 vekt%, målt etter henstand ved 135°C i 3 timer, er generelt i området ca. 75-250 cP, fortrinnsvis 100 til 150 cP, ved anvendelse av et Brookfield-viskosimeter modell RVF med spindel nr. 1 ved 20 o.p.m., ved 25°C.

Noen av de foretrukne fenolharpikser er de sterkere alkaliske fenolharpikser som er beskrevet i US-patentskrifter nr. 4.474.904 og 4.468.359. Det bemerkes at for disse harpikser er alkalitetsinnholdet uttrykt på grunnlag av molforholdet mellom kaliumhydroksyd og fenol, og at kaliumhydroksyd er beskrevet som det mest foretrukne alkali. Molforholdene KOH:fenol for de foretrukne kalium-alkalikondenserte fenolharpikser som anvendes ved oppfinnelsen faller i området fra ca. 0,2:1 til ca. 1,2:1.

Det herdede bindemiddel innen støperiformer eller -kjerner som den brukte sand oppnås fra, kan inkludere et silan som opprinnelig er satt til den vandige løsning av alkalisk fenolharpiks. Visse silaner blir vanligvis satt til fenolharpiksløsninger for å forbedre strekkfastheter for formene og kjernene som produseres derav. Så lave mengder som 0,05 vekt%, basert på vekten av fenolharpiksløsningen, har vist seg å gi betydelige forbedringer i

strekkfasthet. Høyere nivåer av silan gir større forbedringer i styrke opp til mengder på ca. 0,6 vekt% basert på vekten av fenolharpiksløsningen. Anvendelse av silankonsentrasjoner i høyere nivåer foretrekkes ikke på grunn av ekstra omkostninger. Dessuten, da det silan som typisk anvendes er et aminoalkylsilan, som inneholder nitrogen, kan anvendelse av overskudd av silan øke risikoen for nålestikk-defekter i støpestykket, og av denne grunn anvendes ikke mengder over 3 vekt% basert på vekten av bindemidlet.

Foretrukne herdemidler inkluderer laktoner, organiske karbonater, karboksylsyreestere og blandinger derav. Disse substanser oppviser den nødvendige esterfunksjonalitet for "esterherding" av den alkaliske fenolharpiks. Generelt er laktoner med lav molekylvekt egnet, for eksempel gamma-butyro-lakton, valerolakton, kaprolakton, beta-propiolakton, beta-butyrolakton, beta-isobutyrolakton, beta-isopentylakton, gamma-isopentylakton og delta-pentylakton. Karboksylsyreestere som er egnet inkluderer slike med kort og middels kjedelengde, det vil si ca. C_1-C_{10}-alkyl-enverdige eller -flerverdige alkoholer med kort eller middels lengde, det vil si C_1-C_{10}-karboksylsyre. Spesifikke karboksylsyreestere inkluderer n-butylacetat, etylenglykoldiacetat og triacetin (glycerol-triaetat), dimetylglutarat og dimetyladipat.

Av de organiske karbonater inkluderes slike som er egnet, f.eks. propylenkarbonat, etylenglykolkarbonat, glycerolkarbonat, 1,2-butandiolkarbonat, 1,3-butandiolkarbonat, 1,2-pentandiol-karbonat og 1,3-pentandiol-karbonat.

Støperiformene eller -kjernene fra hvilke brukt sand oppnås, kan også være blitt herdet ved gassing med lavmolekylære karboksylsyreestere, f.eks. C_1-C_3-alkylformiater, inklusive metylformiat og etylformiat. Gassingskatalysatoren blir fortrinnsvis dispergert i en bærergass som damp eller aerosol. Denne bærergass må være inert ved det at den ikke må reagere med alkylformiat-herdemidlet eller ha noen ugunstig effekt på herdereaksjonen eller en annen egenskap hos produktet. Egnede eksempler på bærergasser inkluderer luft og nitrogen.

Den relative flyktighet av disse alkylformiater muliggjør anvendelse av dem som gassingskatalysatorer. Dette er spesielt tilfelle for metylformiat som er en flyktig væske med kokepunkt ved

atmosfæretrykk ved ca. 31,5°C. Ved omgivelsestemperaturer er det tilstrekkelig flyktig til at passerende bærergass gjennom det flytende metylformiat gir en konsentrert metylformiat-damp. Etyl- og propylformiater er mindre flyktige enn etylesteren, med kokepunkt i området 54-82°C ved atmosfæretrykk.

Konsentrasjonen av formiatkatalysatorer i bærergassen er fortrinnsvis minst 0,2 volum% og mest foretrukket 30-80 volum%. Den totale mengde av alkylformiat som anvendes vil typisk være 10-110%, fortrinnsvis 15-35% i vekt av fenolharpiksløsningen. Den tid som kreves for adekvat gassing avhenger av størrelsen og kompleksiteten til kjernen eller støpeformen og av den spesielle harpiks som anvendes. Den kan være så kort som 0,1 sekund, men er mer vanlig i området fra 1 sekund til 1 minutt. Disse gassingsmetoder er beskrevet mer spesielt i US-patentskrift nr. 4.468.359.

For videre identifisering av den gjenvunne brukte sand som er nyttig for støperiformål, er den støperiform eller -kjerne som sanden oppnås fra, generelt blitt anvendt i en metallstøpeprosess. Det er den varme som oppstår under metallstøpeprosessen som menes å utvikle de rester som inhiberer eller begrenser strekkverdiene for harpiksavbundne artikler laget av sanden ved fornyet bruk.

Ved gjenvinning av støperisand blir støpestykket først tatt ut av støpeformen eller kjernen. Enhver sand som fester til støpestykket blir typisk vraket. Støpeformen eller -kjernen blir så rystet eller vibrert for å fjerne eventuelle løse sandpartikler og bryte opp eventuelle klumper for å tilveiebringe frittstrømmende sandgranuler. I noen tilfeller kan dette være alt som er nødvendig for å gjenvinne den brukte sanden. Hvis det er vedvarende store klumper, kan de brytes i stykker av knamaskiner, miksere, klumpeknusere og lignende.

Hvis den gjenvunne sand har ønskelig partikkelstørrelse, påføres en silanløsning i en mengde som er tilstrekkelig til å øke strekkfastheten til støperikjerner og -former, eller andre harpiksavbundne artikler laget av slik silanbehandlet sand. Foretrukne mengder av silanløsning ligger i området fra 0,05 til 1 vekt%, basert på vekten av den gjenværende sand. Mer foretrukket er mengden av silanløsning i området 0,1-0,5% basert på vekten av gjenvunnet sand.

Selv om ufortynnet silan, det vil si silankonsentrasjoner på ca. 100 vekt%, vil gi de forbedringer i strekkfasthet som ønskes for støpeformene og -kjernene som oppnås fra gjenvunnet brukt sand, foretrekkes det å benytte silan mer effektivt ved å fortynne silanet i et løsningsmiddel, for å forenkle påføring av løsningen på sanden.

Fortrinnsvis har silanløsningen som anvendes en konsentrasjon av silan på minst 1 vekt% basert på den totale vekt av løsningen. Mer foretrukket er silankonsentrasjonen i området 5-90 vekt% og mest foretrukket 10-50 vekt% basert på den totale vekt av løsning, det vil si løsningsmiddel og silansolute. Disse mer foretrukne silankonsentrasjoner er aktuelle der hvor de foretrukne mengder som anvendes av silanløsning er 0,05-1,0 vekt%, basert på sand.

Graden av agitering som anvendes ved blanding av den gjenvunne sand og silanløsningen er signifikant for å oppnå høye strekkfastheter for støpeformene og -kjernene som produseres. Kontinuerlige høyhastighetsmiksere har vist seg å være svært effektive, mens lavhastighetsutstyr vil gi den nødvendige agitering og de forbedrede resultater som ønskes av foreliggende oppfinnelse, gir høyhastighetsmiksere enda bedre resultater.

Ved behandling av den gjenvunne brukte sand kan silanløsningen tilsettes til sanden samtidig med eller etter tilsetningen av bindemiddel-løsningen og herdemidlet. Eksponering av silanløsningen for overflatene av den gjenvunne sand er tilsynelatende ikke inhibert av tidligere blanding av sanden med harpiks-bindemiddelløsningen og herdemidlet.

Silanet i silanløsningen bør være effektivt til å forsterke strekkfastheten til støperikjerner og -former oppnådd av gjenvunnet sand, når de er avbundet med et harpiksbindemiddel. Slike silaner er velkjente.

Egnede silaner inkluderer dem som tilsvarer formel $R'Si(OR)_3$, hvor R' er en C_2-C_6-alkylen-gruppe bundet til en aminogruppe, og gruppene R kan være like eller forskjellige og er valgt blant C_1-C_6-alkyl- og C_1-C_6-alkoksy-substituerte C_1-C_6-alkyl-grupper. Slike silaner inkluderer:

N-(gamma-aminopropyl)-gamma-aminopropyltrimetoksysilan og

N-(beta-aminoetyl)-gamma-aminopropyltrimetoksysilan.

Andre aminosilaner som foretrekkes omfatter aminoalkylalkoksysilaner som tilsvarer den generelle formel $H_2N(CH_2)_nSi(OR^1)_{3-x}(R^2)_x$, hvor n er lik et helt tall på 2-4, R^1 er en alkylgruppe med fra 1-4 karbonatomer, R^2 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer elloer fenyl, og X er 0 eller 1. Spesifikke eksempler på slike silaner, som ikke er blitt beskrevet tidligere, inkluderer

gamma-aminopropyltrimetoksysilan,
gamma-aminobutyltrietoksysilan,
gamma-aminopentyltrietoksysilan,
gamma-aminopropyldietoksymetylsilan,
gamma-aminopropyldietoksyetylsilan,
gamma-aminopropyldietoksyfenylsilan,
delta-aminobutyldietoksyfenylsilan,
delta-aminobutyldietoksymetylsilan og
delta-aminobutyldietoksyetylsilan.

Også egnet er diaminosilaner, også betegnet som N-(aminoalkyl)aminoalkylsilaner, av formel $H_2N-(CH_2)_m-NH-(CH_2)_nSi(OR^1)_{3-x}R^2_x$, hvor n er et helt tall på 2-4, m er et helt tall på 2-3, R^1 er alkylgruppe med 1-4 karbon-atomer, R^2 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer og X er 0 eller 1. Spesifikke eksempler på slike silaner inkluderer:

N-(gamma-aminopropyl)-gamma-aminopropyltrietoksysilan,
N-(gamma-aminopropyl)-gamma-aminopropyltrimetoksysilan,
N-(beta-aminoetyl)-gamma-aminopropyldimetoksymetylsilan.

US-patent nr. 4.256.623 beskriver passende alkylsubstituerte substanser av aminoalkylalkoksysilanene og diaminosilanene. Disse inkluderer mer spesielt:

N-metyl-gamma-aminopropyltrietoksysilan,
N-etyl-gamma-aminopropyltrimetoksysilan,
N-metyl-gamma-aminopropyldimetoksymetylsilan
N-(N-metyl-beta-aminoetyl)-gamma-aminopropyldimetoksymetylsilan og
N-(gamma-aminopropyl)-N-metyl-gamma-aminopropyldimetoksymetylsilan.

Egnede løsningsmidler for silanene kan velges blant vannforlikelige organiske løsningsmidler, fortrinnsvis polare organiske løsningsmidler, vandige væsker, f.eks. vann samt blandinger derav.

Vandige væsker er de foretrukne løsningsmidler ved det at vann ikke er kostbart, og høyere strekkfastheter oppnås ofte fra silaner oppløst i vann. Det utvalgte løsningsmiddel blir hovedsakelig bestemt ved løseligheten av silanet. De silaner som foretrekkes mest, er de aminoalkylsilaner som er tilgjengelige i vandig løsning, typisk ved 40 vekt% silankonsentrasjon. Det foretrekkes for ethvert organisk løsningsmiddel som anvendes at det er vannløselig slik at det er forlikelig med bindemiddel-løsningen, som er en vandig løsning. Egnede organiske løsningsmidler inkluderer alkoholer og glykoler, med 1 til 6 karbonatomer, f.eks. metanol og etanol. Alkoholene er passende løsningsmidler for ureidosilanene og glycidoksysilanene som er beskrevet ovenfor. Vann er det foretrukne løsningsmiddel for aminosilaner.

Støperiformer og -kjerner

Fremstilling av støperiformer og -kjerner foretas med et herdbart bindemiddelsystem og sand, hvorav minst 20 vekt% er brukt sand som er blitt gjenvunnet, generelt fra støperiformer eller -kjerner som er befridd for kappen, som er blitt anvendt og som ble laget med en esterherdet alkalisk fenolharpiks.

Disse fremgangsmåter omfatter å lage en råmaterialblanding sammensatt av gjenvunnet sand, en løsning av et harpiksbindemiddel, samt et herdemiddel, hvor minst 20%, fortrinnsvis 50 til 100% i vekt av sanden blir anvendt, gjenvunnet sand fra slike artikler som støperiformer eller -kjerner, hvor sanden har fått påført på seg en silanløsning i tilstrekkelig mengde til å øke strekkfastheten til artikler som produseres av råmaterial-blandingen.

Silanløsningen og gjenvunnet sand blir blandet før forming til ønsket fasong.

Bindemiddel-løsningen som anvendes i denne råmaterial-blanding omfatter en vandig løsning av en fenolharpiks som kan herde ved romtemperatur med et herdemiddel som har esterfunksjonalitet. Mest foretrukket er fenolbindemidlet en vandig løsning av en alkalisk fenol/formaldehydharpiks hvor

(i) faststoffinnholdet er i området 40-75%,

(ii) den vektmidlere molekylvekt (MV) er 500-2500, fortrinnsvis 700 til 2000, mer foretrukket 800-1700,

(iii) formaldehyd:fenol-molforholdet er 1:1-3:1, fortrinnsvis 1,2:1-2,6:1,

(iv) alkali:fenol-molforholdet er 0,2:1-1,2:1, fortrinnsvis 0,6:1-1,2:1,

(v) det anvendte alkali omfatter natriumhydroksyd, kaliumhydroksyd og blandinger av disse,

(vi) løsningen kan eventuelt inneholde et silan i en mengde av 0,05-3,0 vekt% regnet på den vandige harpiksløsning, og

(vii) harpiksen kan herdes ved romtemperatur med C_1-C_3-alkylformiater, organiske estere dannet av C_1-C_{10}-karboksylsyrer og én-verdige og fler-verdige alkoholer, og lavmolekylære laktoner inklusive butyrolakton, propiolakton, kaprolakton og blandinger derav.

Imidlertid kan fenolharpiksen også være en sur eller nøytral harpiks, hvis vandige løsning er gjort alkalisk enten før eller på samme tid som det esterfunksjonelle herdemiddel settes til harpiksløsningen. Ellers gjelder parameterverdiene (i) til (iii) og (vi) til (vii), og etter tilsetning av kilden for alkalitet til harpiksen, gjelder også parameterverdiene (iv) og (v) for de mer foretrukne utførelsesformer.

Mengden av alkalisk fenolharpiks i bindemiddel-løsningen må være tilstrekkelig til å tilveiebringe den nødvendige klebende binding mellom sandpartikler. Mengder av harpiksløsningen, i området fra 0,5 til 8 vekt%, basert på vekten av sand, foretrekkes, og mengder under 2 vekt% foretrekkes mest, hvor fenolharpiksløsningen er ved et faststoffinnhold på ca. 40-75 vekt% og fortrinnsvis 50-60 vekt%. Brookfield-viskositeten for disse harpiksløsningen varierer med 50- 750 cP, ved et faststoffinnhold på ca. 40-75% og er fortrinnsvis 75-250 cP, ved et faststoffinnhold på 53-58% målt på et Brookfield-viskosimeter modell RVF med spindel nr. 1 ved 20 o.p.m., ved 25°C.

Bindemiddel-løsninger med faststoffinnhold under 50% har ikke vært foretrukket for anvendelse sammen med pristinsand. Bindemiddel-løsninger med faststoffinnhold over 75 vekt% har ikke vært brukt på grunn av at viskositeten til slike løsninger er for høy.

Den tredje komponent i råmaterialblandingen er et herdemiddel for herding av bindemidlet. De foretrukne herdemidler er laktonene, de organiske karbonater og karboksylsyreesterne, eller blandinger av slike midler.

Fremgangsmåtene for å fremstille støperiformer eller -kjerner inkluderer slike metoder hvor den herdbare bindemiddel-løsning blir herdet ved gassing med et alkylformiat, enten direkte eller med en bærergass. Disse fremgangsmåter er beskrevet mer spesielt ovenfor, og i US-patentskrift nr. 4.468.359.

Mengden av herdemiddel som anvendes bør være tilstrekkelig til å herde bindemidlet under herdebetingelser, som generelt er ved omgivelsestemperatur og -trykk. Hvis herdemidlet blandes med sanden og bindemiddel-løsningen for å tilveiebringe råmaterialblandingen, foretrekkes konsentrasjoner av herdemiddel på 10-110%, basert på vekten av bindemiddel-løsning.

En valgfri ingrediens i den herdbare bindemiddel-løsning, som ofte er en foretrukken ingrediens, er et silan som er effektivt med hensyn til å øke strekkfastheten til støperiformen eller kjerneproduktet. Egnede silaner er slike som er beskrevet ovenfor. Mengden av silan som settes til bindemiddel-løsningen er den som tilveiebringer en økning i strekkfasthet for den produserte artikkel. Slike mengder faller generelt innen området 0,05-3 vekt% basert på vekten av bindemiddel-løsningen.

I tillegg til å danne råmaterialblandingen må det tas skritt for å forme denne råmaterialblandingen til den ønskede fasong, som generelt vil være en støperikjerne eller -form. Dette kan foretas ved å blande alle komponentene i råmaterial-blandingen sammen og deretter forme denne blanding til den ønskede fasong. Alternativt kan sand og en bindemiddel-løsning blandes og formes til den ønskede fasong, deretter gasses med et alkylformiat med 1-3 karbonatomer.

Silanløsningen kan blandes med den gjenvunne sand enten før, etter eller samtidig med dannelsen av råmaterialblandingen. Det er en unntagelse fra dette når bindemidlet i den formede råmaterialblanding blir herdet ved gassing med et alkylformiat. I så fall er det riktig at den gjenvunne sand blir blandet med en silanløsning før forming av råmaterialet til den ønskede fasong. En egnet

mengde av silanløsning for innblanding med gjenvunnet sand, er den som er tilstrekkelig til å øke strekkfastheten til støperikjernene og -formene som produseres, sammenlignet med lignende artikler fremstilt av ubehandlet sand. Foretrukne mengder av silanløsning og foretrukne konsentrasjoner av silanløsning er som beskrevet ovenfor.

Foretrukken, gjenvunnet sand for bruk i denne oppfinnelse oppnås fra brukte, harpiksavbundne støperiformer eller -kjerner som (1) ble laget med et herdet, alkalisk fenolharpiks-bindemiddel, (2) er blitt eksponert for en metallstøpeprosess og (3) er blitt befridd for kappen mekanisk. De foretrukne partikler for den gjenvunne sand har en AFS-siktfordelings-størrelse på 25-140 Grain Fineness.

Råmaterialblandinger

De råmaterialblandinger som anvendes i de ovenfor beskrevne metoder omfatter sand, hvorav minst 20 vekt% er gjenvunnet, generelt fra kappebefridde støperiformer og -kjerner som er brukt i en metallstøpeprosess.

Den gjenvunne sand blandes med en silanløsning i en mengde som er tilstrekkelig til å øke strekkfastheten for støpeformer og kjerner oppnådd derfra, sammenlignet med lignende artikler laget av gjenvunnet sand som ikke er blitt behandlet med silanløsning. Foretrukne silanløsninger er som beskrevet ovenfor.

Råmaterialblandingene inkluderer også en løsning av et harpiksbindemiddel, fortrinnsvis en alkalisk fenol/formaldehyd-harpiks som anvendes i en mengde som er tilstrekkelig til å binde sanden med den styrke som er nødvendig for bruk som støperiformer og -kjerner. Foretrukne bindemiddel-løsninger og mengder derav er som beskrevet ovenfor.

Den tredje komponent i råmaterialblandingen er et herdemiddel valgt fra gruppen som består av laktoner, karboksylsyreestere, organiske karbonater og blandinger av disse midler, som forårsaker at bindemidlet herder ved omgivelsestemperatur og -trykk. Herde-midlet er til stede i en mengde som er tilstrekkelig til å herde bindemiddel-løsningen. Foretrukne herdemiddel-løsningskonsentra-

sjoner ligger i området 10-110% av herdemidlet, i vekt, basert på vekten av harpiksløsning, som er ved en konsentrasjon av 40-75% eller så av faststoffer i vekt.

Komponentene i denne råmaterialblanding blir ensartet blandet for å tillate ensartet herding av bindemidlet. Dette kan foretas med enkle laboratorieblandere, med høy hastighet, kontinuerlige blandere eller med enhver annen type blander som det er vanlig å anvende for støperisand.

Bindemiddelsystem

Et bindemiddelsystem som kan anvendes for produksjon av støperiformer og -kjerner omfatter tre separate komponenter. Den første komponent er en løsning av et alkalisk fenolharpiks-bindemiddel som beskrevet tidligere. Foretrukne bindemiddel-løsninger er slike alkaliske fenolharpiksløsninger som er identifisert ovenfor.

Den annen komponent i bindemiddelsystemet er et herdemiddel som er egnet for herding av bindemidlet ved omgivelsestemperatur. Egnede herdemidler velges blant laktoner, organiske karbonater, karboksylsyreestere og blandinger derav.

Den tredje komponent er en silanløsning som enten kan være en vandig løsning, en organisk løsning eller blandinger derav. Det anvendte silan er fortrinnsvis en løsning som er forlikelig med den vandige løsning av bindemidlet. Metanol og etanol er passende løsningsmidler. Egnede silaner er slike som er beskrevet i detalj ovenfor.

For å benytte bindemiddelsystemet tilsettes mengder av harpiksløsningen og silanløsningen som er nødvendig for å tilveiebringe en støperikjerne eller -form av adekvat styrke til sanden og blandes. En porsjon av sanden er fortrinnsvis gjenvunnet sand. Mengder av bindemiddel-løsning varierer fortrinnsvis med 0,5-8 vekt% basert på vekten av sanden. Foretrukne mengder av herdemiddel varierer typisk med 10-110% basert på vekten av bindemiddel-løsningen ved 40-75% faststoffinnhold. Mengden av silanløsning som benyttes er avhengig av andelen av gjenvunnet sand i den sand som benyttes og er fortrinnsvis 0,05-0,5 vekt% basert på vekten av gjenvunnet sand.

Harpiksen og silankomponentene i dette bindemiddelsystem kan blandes med sand i enhver rekkefølge og bør tilveiebringe overlegne strekkfastheter i de produserte artikler. Der hvor bare små mengder av gjenvunnet sand blir anvendt, det vil si under ca. 40 vekt% av den totale sand, kan det være ønskelig å behandle den gjenvunne sand før innblanding med pristinsanden for å økonomisere med den anvendte silanløsning.

Oppfinnelsen vil nå bli demonstrert ved de følgende eksempler, og i disse eksempler og ellers i beskrivelsen er deler og prosenter i vekt og temperaturene i °C med mindre annet er uttrykkelig angitt.

EKSEMPEL 1

Forhåndsbehandling av gjenvunnet sand med vandige løsninger av gamma-aminopropyltrietoksysilan.

I dette eksempel ble gjenvunnet sand behandlet med en vandig løsning av gamma-aminopropyltrietoksysilan og anvendt for dannelse av testkjerner. Disse testkjerner ble sammenlignet med testkjerner oppnådd fra ubehandlet sand.

Testkjerner ble laget av gjenvunnet sand som behandlet nedenfor.

Kontroll 1 - Den gjenvunne sand ble ikke behandlet.

Test A - Den gjenvunne sand ble behandlet ved 25°C med 0,024 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig løsning i vann av gamma-aminopropyltrietoksysilan fortynnet med 0,096 vekt% vann, basert på vekten av sand.

Test B - Den gjenvunne sand ble behandlet ved 25°C med 0,084 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig løsning i vann av gamma-aminopropyltrietoksysilan fortynnet med 0,072 vekt% vann, basert på vekten av sand.

Test C - Den gjenvunne sand ble behandlet ved 25°C med 0,12 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig gamma-aminopropyltrietoksysilan i vann.

Den anvendte sand var en blanding av gjenvunnet sand oppnådd fra støperikjerner og -former som var brukt ved støping av smeltet

jern eller stål. Det herdede bindemiddel i støpeformene og -kjernene som denne sand ble oppnådd fra, var ALpHASET 9000 kalium-alkalifenol/formaldehydharpiks-middel fra Borden, Inc. med Brookfield-viskositet 100-150 cP, målt med et Brookfield-viskosimeter modell RVF, med spindel nr.1, ved 20 o.p.m., ved 25°C. Dette harpiksbindemiddel har et faststoffinnhold på ca. 54 vekt%, et fenol:formaldehyd-molforhold på ca. 1:1,8 og et KOH-fenol-mol-forhold på ca. 0,85:1. Dette harpiksbindemiddel inneholdt også gamma-aminopropyltrietoksysilan i en mengde av ca. 0,4 vekt%, basert på vekten av bindemiddel-løsningen. Denne harpiks ble herdet med triacetin.

Ved gjenvinning av sanden ble de brukte støpeformer og -kjerner rystet i en vibrerende mølle (Vibramill fra General Kinematics Corp., Barrington, Ill.) for å fjerne løse partikler og bryte opp eventuelle klumper. Sandkornene ble behandlet mekanisk i en Thermal/Mechanical enhet (Eirch Machines, Maple, Ontario, Canada) ved omgivelsestemperatur. Den gjenvunne sand hadde en AFS-siktfordeling på ca. 39,1 Grain Fineness. L.O.I. for den gjenvunne sand var ca. 0,450.

Ved utførelse av fremgangsmåten i henhold til foreliggende oppfinnelse ble den gjenvunne sand satt til en Hobart kjøkken-mikser, bragt til 25°C, og blandet med tilsatt silanløsning i ca. 1 minutt.

For å produsere testkjernene ble 1500 til 2500 g av sanden for hver test og kontroll satt til en Hobart kjøkkenmikser. Denne sand ble bragt til en temperatur på ca. 25°C, silanløsningen ble påført, og ca. 1,5 vekt% av den vandige løsning av ALpHASET 9000 kalium-alkalikondensert fenol/formaldehydharpiks, med et faststoffinnhold på ca. 54 vekt%, ble satt til sanden. Denne harpiksbindemiddel-løsning hadde en Brookfield-viskositet i området 100 til 150 cP ved anvendelse av et Brookfield-viskosimeter modell RVF med spindel nr.1 ved 20 o.p.m. og 25°C. Vektprosent harpiks var basert på vekten av sand. Fenol:formaldehyd-forholdet for harpiksen var 1:1,8. KOH:fenol-mol-forholdet for harpiksen var 0,85:1. Harpiks-bindemiddel-løsningen inneholdt i tillegg silanet gamma-amino-propyltrietoksy-silan i en mengde av ca. 0,4 vekt% basert på vekten av bindemiddel-løsning.

Harpiksen og sand ble blandet i ca. 1 minutt, og så ble ca. 25 vekt% triacetin, basert på vekten av harpiksløsningen, satt til Hobart-mikseren og mikset i ca. 40 sekunder til.

Etter miksing ble sanden brukt umiddelbart for å forme Standard American Foundrymen Society's 2,54 cm hundeben-strekk-verdibriketter i en Dietert 696 kjernekasse. Kjernene ble herdet ved romtemperatur og ble oppbrutt ved følgende tidsintervaller: 1 time, 2 timer, 4 timer og 24 timer, etter at miksen var laget.

Strekkfasthetsmålinger ble gjort på en Dietert Universal Sand Strength Machine 400-1 utstyrt med en Tensile Core Strength Accessory 610-N.

Strekkfasthetene for 3-4 kjerner oppnådd for hver test og kontroll ble målt ved de intervaller som er angitt ovenfor og tatt gjennomsnitt av. Gjennomsnittsverdiene er rapportert i tabell 1 med prosent forbedring i strekkfasthet også angitt.

TABELL 1

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet Timer: 1	2	4	24
Kontroll-1	---	---	158,6	227,5	241,3	241,3	--	--	--	--
Test A	0,024	0,096	289,6	344,7	365,4	365,4	82,6	51,5	51,4	51,4
Test B	0,048	0,073	282,7	399,9	434,4	413,7	78,2	75,7	80,0	71,4
Test C	0,120	---	284,6	399,9	468,8	482,6	82,6	75,7	94,0	100,0

Dataene i tabell 1 illustrerer de progressive forbedringer i strekkfasthet som kan oppnås ved forhåndsbehandling av sanden med en silanløsning. Effektiviteten og økonomien ved å fortynne silanet med vann er også vist ved det at den opprinnelige strekk-fasthet for kjerner oppnådd fra test A og de fra test C er ekvivalente, hvor test C benyttet fem ganger mer silan sammenlignet med test A. Kjerner oppnådd fra test B viser ekvivalente strekk-fastheter med dem fra test C ved senere intervaller, selv om mindre silan var benyttet.

300162

EKSEMPEL 2

Forhåndsbehandling med silanløsninger mot silan i bindemidlet

Dette eksempel sammenligner strekkfastheten til testkjerner oppnådd ved anvendelse av fremgangsmåtene i henhold til foreliggende oppfinnelse med testkjerner oppnådd hvor ytterligere silan var tilsatt til bindemiddel-løsningen.

Testkjerne ble laget av gjenvunnet sand som behandlet nedenunder.

Kontroll-2 - Den gjenvunne sand var ubehandlet.

Kontroll-3 - Den gjenvunne sand var ubehandlet, men 0,02 vekt% av en 40%ig løsning i vann av gamma-aminopropyltrietoksysilan, basert på vekten av sand, ble satt til bindemiddel-løsningen.

Test-D - Den gjenvunne sand var behandlet ved 25°C med 0,02 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig silanløsning som beskrevet i kontroll 3, fortynnet med 0,18 vekt% vann, basert på vekten av sand.

Ved behandling av disse forskjellige partier med behandlet gjenvunnet sand ble silanløsningen direkte satt til sand ved 25°C i en Hobart-mikser og mikset i ca. 1 minutt.

Den sand som ble anvendt i dette eksempel var gjenvunnet fra støperiformer og -kjerner som var anvendt ved støping av smeltet jern eller stål. Disse støpeformer og -kjerner ble laget under anvendelse av, som bindemiddel, et ALpHASET 9000 kaliumalkalifenol/formaldehydharpiks-bindemiddel som beskrevet i eksempel 1. Disse harpikser ble herdet med triacetin som herdemiddel.

Ved gjenvinning av sanden ble de brukte støpeformer og -kjerner rystet i en vibrerende mølle som beskrevet i eksempel 1, for fjerning av løse partikler og oppbryting av eventuelle gjenværende klumper.

For å fremstille testkjernene ble fra 1500 til 2500 g sand for hver test og kontroll satt til en Hobart-mikser. Denne sand ble bragt til en temperatur på ca. 25°C, silanløsningen ble påført,

og ca. 1,5 vekt% av en vandig løsning av harpiksen, basert på vekten av sand, ble satt til sanden og blandet i ca. 1 minutt. Dette harpiksbindemiddel var som beskrevet i eksempel 1 for tillaging av testkjernene.

Deretter ble 25 vekt% triacetinherdemiddel, basert på vekten av harpiksløsning, tilsatt i Hobart-mikseren og mikset i 40 sekunder til. Etter miksing ble sanden benyttet umiddelbart for å forme Standard American Foundrymen's Society's 2,54 cm hundeben-strekkverdi-briketter på en Dietert 696 kjernekasse.

Kjernene ble herdet ved romtemperatur og brutt opp ved følgende tidsintervaller: 1 timer, 2 timer, 4 timer og 24 timer etter at miksen var laget. Strekkfasthetsmålinger ble gjort på en Dietert Universal Sand Strength Machine 400-1 med Tensile Core Strength Accessory 610-N. Fra 3-4 strekkfasthetsmålinger ble bestemt og tatt gjennomsnitt av for hver test og kontroll. De gjennomsnittlige strekkfasthetsverdier for kontroll-2, kontroll-3 og test D er gitt i tabell 2.

TABELL 2

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet Timer: 1	2	4	24
Kontroll-2	0	0	68,9	82,7	151,7	172,4	--	--	--	--
Kontroll-3	0,02	---	103,4	179,3	220,6	206,8	50%	100%	95,4%	20%
Test-D	0,02	0,18	206,8	255,1	303,4	324,1	200%	208%	100%	88%

Dataene i tabell 2 viser at tilsetning av ekstra silan til harpiksbindemidlet er mindre effektivt enn å anvende silanløsninger for å forhåndsbehandle den gjenvunne sand i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse. Forbedringen i strekkfasthet for test D er innledningsvis fire ganger den som ble oppnådd i kontroll 3 og viser generelt den dobbelte forbedring i strekkfasthet over en 24 timers periode.

300162

EKSEMPEL 3

Behandling med silanløsning mot silan
satt til bindemidlet med forskjellige gjenvunne sandtyper

Eksempel 3 tjener til å gi en annen sammenligning mellom strekkfastheten for testkjerner oppnådd ved å benytte foreliggende oppfinnelse og tidskjerner oppnådd hvor ytterligere silan var tilsatt bindemiddel-løsningen. Testkjerner ble laget av gjenvunnet sand som behandlet nedenunder.

Test E - Den gjenvunne sand ved 25°C ble behandlet med 0,02 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig løsning i vann av gamma-aminopropyltrietoksysilan fortynnet med 0,18 vekt% vann, basert på vekten av sand, ved å blande i en Hobart-mikser i ca. 1 minutt.

Kontroll-4 - Den gjenvunne sand var ubehandlet.

Kontroll-5 - Den gjenvunne sand var ubehandlet, men 0,02 vekt%, basert på vekten av gjenvunnet sand, av en 40%ig gamma-aminopropyltrietoksysilan-løsning i vann ble satt til bindemiddel-løsningen.

Den gjenvunne sand som ble anvendt i dette eksempel ble oppnådd fra støperikjerner eller -former som var brukt for støping av stål eller jern. Sanden kom fra et annet støperi enn den i eksempel 2, men allikevel stammet det herdede bindemiddel i disse støpeformer og -kjerner fra en ALpHASET 9000 kalium-alkalifenol-harpiks som beskrevet i eksempel 1.

Dette bindemiddel ble herdet med triacetin og inneholdt ca. 0,4 vekt% gamma-aminopropyltrietoksysilan, basert på vekten av bindemiddel-løsningen. Ved gjenvinning av sanden ble de brukte støpeformer og -kjerner rystet for å fjerne eventuelle løse partikler og bryte opp eventuelle klumper med en vibrerende mølle. Disse sandgranuler ble varmebehandlet ved ca. 750°C i en indirekte oppvarmet roterende ovn, type termal gjenvinner produsert av Coreco, Inc., Germantown, Wi., for å oppnå granuler med en AFS siktfordeler på ca. 57,1 Grain Fineness.

For å fremstille testkjernene ble 1500 til 2500 g sand satt til en Hobart-mikser for hver test og kontroll. Denne sand ble bragt til en temperatur på ca. 25°C i Hobart-mikseren, silan-løsningen ble påført, og ca. 1,5 vekt% av den fenol/formaldehyd-harpiks-løsning som beskrevet i eksempel 1, ble tilsatt og blandet i ca. 1 minutt. Mengden av harpiksløsning var basert på vekten av sand.

Så ble ca. 25 vekt% triacetin som herdemiddel, basert på vekten av harpiksløsning, tilsatt og blandet i 40 sekunder til i Hobart-mikseren.

Etter miksing ble sanden anvendt umiddelbart for å forme Standard American Foundrymen's Society's 2,54 cm hundeben-strekkverdi-briketter i en Dietert 696 kjernekasse. Kjernene ble herdet ved romtemperatur og oppbrutt ved intervaller på 1 time, 2 timer, 4 timer og 24 timer, etter at miksen var laget.

Strekkfastheter ble målt ved hjelp av en Dietert Universal Sand Strength Machine 400-1, utstyrt med en Tensile Core Strength Acessory 610-N. Det ble gjort 3-4 strekkfasthetsmålinger og gjennomsnitt tatt for hver test og kontroll. De gjennomsnittlige strekkfasthetsverdier er gitt for kontrollene 4 og 5 og test E i tabell 3. Strekkfastheten for test D er også rapportert i tabell 3 for sammenligningsformål.

TABELL 3

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-4	---	---	137,9	193,1	255,1	310,3	--	--	--	--
Kontroll-5	0,02	---	255,1	372,3	530,9	620,5	85%	92,8%	108%	100%
Test-E	0,02	0,18	296,5	420,6	613,6	861,8	115%	117%	140%	177%

Dataene i tabell 3 viser at anvendelse av silanløsningen gir overlegne resultater i forhold til anvendelse av ekstra silan i bindemiddel-løsningen. Det er klart at strekkfasthetene for former laget av gjenvunnet sand er avhengig av de behandlinger som er anvendt på slik sand ved sammenligning av strekkfasthetene som er rapportert i tabell 2 og tabell 3.

300162

EKSEMPEL 4

Vandige/organiske silanløsninger

Dette eksempel viser de overlegne strekkfastheter hos testkjerner oppnådd hvor den gjenvunne sand er behandlet med vandig/organisk løsning av silan.

Det ble laget testkjerner av gjenvunnet sand som behandlet nedenunder.

Kontroll-6 - Den gjenvunne sand ble ikke behandlet.

Test-F- Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,04 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig gamma-aminopropyltrietoksysilan-løsning i vann fortynnet med 0,16 vekt% vann, basert på vekten av sand.

Test-G - Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,04 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig gamma-aminopropyltrietoksysilan-løsning i vann fortynnet med 0,16 vekt% metanol, basert på vekten av sand.

Ved behandling av den gjenvunne sand ble silanløsningen satt direkte til gjenvunnet sand ved 25°C i en Hobart-mikser og mikset i ca. 1 minutt. Den gjenvunne sand som ble brukt i dette eksempel var som beskrevet i eksempel 3.

For å fremstille testkjernene ble fra 1500 til 2500 g sand satt til en Hobart-mikser for hver test og kontroll. Etter eventuell silanbehandling av den gjenvunne sand ble ca. 1,5 vekt% harpiksløsning, basert på vekten av sand, satt til den gjenvunne sand i Hobart-mikseren og mikset i ca. 1 minutt. Den anvendte harpiks var som beskrevet i eksempel 1.

Etterpå ble ca. 25 vekt% triacetin, basert på vekten av bindemiddel-løsning, tilsatt og mikset i ca. 40 sekunder.

Etter miksing ble sanden umiddelbart anvendt for å forme strekkverdi-brikettene som beskrevet i eksempel 1. Kjernene ble herdet ved romtemperatur og brutt opp ved intervaller på 1 time, 2 timer, 4 timer og 24 timer etter at miksen var laget. Strekkmålinger ble gjort som rapportert i tabell 1. De gjennomsnittlige verdier for strekkfasthetsdataene for kontroll 6 og testene F og G er gitt i tabell 4.

TABELL 4

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-6	---	---	137,9	193,1	255,1	310,3	--	--	--	--
Test-F	0,04	Vann 0,16	468,8	537,8	744,6	944,6	240%	178%	186%	204%
Test-G	0,04	Metanol 0,16	358,5	365,4	586,1	779,1	160%	89%	129%	151%

Dataene i tabell 4 viser at overlegne strekkfastheter oppnås med silanløsninger i vann og i organiske løsningsmidler.

300162

EKSEMPEL 5

Vandige silanløsninger mot vann alene

Dette eksempel viser at forhåndsbehandling av mekanisk gjenvunnet sand med vandige silanløsninger gir forbedrede strekkfasthetер i forhold til tilsetning av vann alene, selv om tilsetning av vann har vist seg å forbedre strekkfasthetene signifikant.

Testkjerner ble laget av gjenvunnet sand som behandlet nedenunder.

Test-H - Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,12 vekt%, basert på vekten av sand, av en vandig silanløsning av 40%ig gamma-aminopropyltrietoksysilan fortynnet med 0,2 vekt% vann basert på vekten av sand.

Kontroll-7 - Den gjenvunne sand ble ikke behandlet.

Kontroll-8 - Dengjenvunne sand ble behandlet med 0,2 vekt% vann, basert på vekten av sand.

Ved behandling av sanden ble silanløsningen eller vannet satt direkte til sanden ved 25°C i en Hobart-mikser og mikset i 1 minutt.

Sanden som ble brukt i dette eksempel ble oppnådd fra støperiformer og -kjerner som var brukt ved støping av jern eller stål. Sanden var forskjellig fra den som ble brukt i eksemplene 1-4. Ved tillaging av disse støpeformer og -kjerner omfattet den anvendte bindemiddel-løsning en ALpHASET 9000 kaliumalkalifenol/formaldehyd-bindemiddel-løsning som beskrevet i eksempel 1. Denne bindemiddel-løsning hadde en Brookfield-viskositet i området 100-150 cP, som bestemt ved hjelp av et Brookfield-viskosimeter modell RVF med spindel nr.1 ved 20 o.p.m. ved 25°C, ved et faststoffinnhold på 53 til 58%. Denne bindemiddel-løsning inkluderte ca. 0,4 vekt%, basert på vekten av nevnte bindemiddel-løsning, av silanet, gamma-aminopropyltrietoksysilan, og den ble herdet med triacetin-herdemiddel.

Støperiformene eller -kjernene ble befridd for kappen etter bruk i en støpeprosess ved utristing av eventuell løs sand og oppbryting av klumper ved anvendelse av en tørrslipeenhet produsert av Redford Carver Foundry Products, Sherwood, Oregon. Sand med en AFS-siktfordeling på 48,7 Grain Fineness og en LOI på 0,80 ble oppnådd.

For å fremstille testkjernene ble fra 1500 til 2500 g sand satt til en Hobart-mikser for hver test og kontroll. Sanden ble bragt til en temperatur på ca. 25°C, silanløsningen ble påført, og ca. 1,5 vekt% av en vandig løsning av en kaliumalkalifenol/ formaldehydharpiks, som anvendt for å lage testkjernene i eksempel 1 og som beskrevet i eksempel 1, tilsatt og mikset i ca. 1 minutt. Vektprosent av harpiksløsning var basert på vekten av sand. Deretter ble ca. 25 vekt% triacetin, basert på vekten av harpiksløsning, tilsatt og blandet i ca. 40 sekunder.

Etter miksing ble sanden umiddelbart brukt for å danne strekkverdibrikettene ved de metoder som er beskrevet i eksempel 1. Kjernene ble herdet ved romtemperatur og brutt opp i intervaller av 1 time, 2 timer, 4 timer og 24 timer etter at miksen var laget. Strekkmålinger ble foretatt som rapportert i eksempel 1.

Fra 3-4 strekkfasthetsmålinger ble oppnådd og tatt gjennomsnitt av for hver test og kontroll. Disse gjennomsnittlige resultater er rapportert i tabell 5 med oppnådd prosent forbedring i strekkfastheter.

TABELL 5

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-7	---	---	117,2	137,9	193,1	220,6	--	--	--	--
Kontroll-8	---	0,2	206,8	282,7	379,2	379,2	76%	105%	96%	71%
Test-H	0,12	0,2	275,8	317,2	379,2	413,7	135%	130%	96%	87%

Dataene i tabell 5 viser at en forbedring i strekkfasthet kan oppnås selv med den enkle tilsetning av vann. Dataene i tabell 5 viser også at kombinasjonen av vann og silan, det vil si en vandig løsning av silan, gir bedre resultater enn vann alene.

EKSEMPEL 6

Effektiviteten av forskjellige silanløsninger

Dette eksempel viser effektiviteten av forskjellige silaner i forskjellige løsningsmidler. Mer spesielt ble et ureidosilan, et aminosilan og et glycidoksysilan anvendt i metanol og vann for å sammenligne forbedringen i strekkfastheter for testkjernene som ble oppnådd.

Testkjerner ble laget av gjenvunnet sand som behandlet nedenunder.

Kontroll-9 - Den gjenvunne sand ble ikke behandlet.

Test-I - Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,036 vekt%, basert på vekten av sand, av en silanløsning fortynnet med 0,084 vekt% metanol, basert på vekten av sand. Silanløsningen var en 50%ig ureidopropyltrietoksysilan-løsning i metanol.

Test-J - Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,036 vekt%, basert på vekten av sand, av en silanløsning fortynnet med 0,084 vekt% vann, basert på vekten av sand. Silanløsningen var en 50%ig ureidopropyltrietoksysilan-løsning i vann.

Test-K - Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,036 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig gamma-amino-propyltrietoksysilan-løsning i vann, fortynnet med 0,084 vekt% vann, basert på vekten av sand.

Test-L - Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,036 vekt%, basert på vekten av sand, av gamma-glycidoksy-propyl-trietoksysilan ved 98% konsentrasjon, fortynnet med 0,084 vekt% metanol, basert på vekten av sand.

Test-M - Den gjenvunne sand ble ved 25°C behandlet med 0,036 vekt%, basert på vekten av sand, av gamma-glycidoksypropyl-trietoksysilan ved 98% konsentrasjon, fortynnet med 0,084 vekt% vann, basert på vekten av sand.

Den sand som ble brukt i dette eksempel var oppnådd fra den samme kilde og behandlet på samme måte som den sand som ble brukt i eksempel 5. Sanden hadde samme partikkelsiktfordeling som sanden i eksempel 5 også.

For å fremstille testkjernene ble 1500 til 2500 g gjenvunnet sand for hver test og kontroll overført til en Hobart-mikser. Sanden ble bragt til 25°C, silanløsningen (hvis den ble brukt) ble påført som beskrevet ovenfor, og deretter ble den silanbehandlede sand blandet med en bindemiddel-løsning og herdemiddel som beskrevet i eksempel 1. Etter innblanding av herdemidlet ble det laget 2,54 cm hundeben-strekkprøvebriketter og analysert som i eksempel 1. Gjennomsnittet av 3-4 målte verdier av strekkfasthet for testene I-M og Kontroll-9 er rapportert nedenunder i tabell 6.

TABELL 6

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-9	---	---	117,2	137,9	193,1	220,6	--	--	--	--
Test-I	Ureidosilan 0,036%	Metanol 0,084%	158,6	206,8	310,3	344,7	35%	50%	60%	56%
Test-J	Ureidosilan 0,036%	Vann 0,084%	172,4	282,7	344,7	379,2	47%	100%	78%	71%
Test-K	Aminosilan 0,036%	Vann 0,084%	206,8	275,8	413,7	379,2	76%	100%	114%	71%
Test-L	Glycidoksysilan 0,036%	Metanol 0,084%	157,7	206,8	227,5	241,3	29%	50%	17%	9%
Test-M	Glycidoksysilan 0,036%	Vann 0,084%	241,3	310,3	379,2	461,9	105%	125%	96%	109%

Resultatene i tabell 6 indikerer at forbedringer i strekk-egenskaper kan oppnås fra forskjellige typer av silaner inklusive gamma-glycidoksypropyltrietoksysilan, gamma-aminopropyltrietoksy-silan og gamma-ureidopropyltrietoksysilan. I tillegg viser disse eksempler også at både organiske og vandige løsninger av silan gir forbedrede strekkfastheter, mens vandige løsninger foretrekkes.

EKSEMPEL 7

Sammenligning av forhåndsbehandling, etterbehandling og samtidig behandling av gjenvunnet sand med silanløsninger

I dette eksempel ble strekkstyrken til testkjerner oppnådd fra sand som var behandlet med en vandig silanløsning før tilsetning av bindemiddel, etter tilsetning av bindemiddel og samtidig med tilsetning av bindemiddel og herdende middel, sammenlignet for det formål å vise uavhengigheten av "timingen" av behandlingstrinnene.

Den gjenvunne sand som ble brukt i dette eksempel var som beskrevet i eksempel 5. Bindemiddel-løsningene og herdemidlene som ble brukt i dette eksempel var som beskrevet i eksempel 1. Testkjerner ble laget av gjenvunnet sand behandlet som følger.

Kontroll-10 - Den gjenvunne sand ble ikke behandlet.

Tester N, O og P - Den gjenvunne sand ved 25°C ble behandlet med 0,08 vekt%, basert på vekten av sand, av en 40%ig silanløsning som beskrevet i eksempel 1, fortynnet med 0,12 vekt% vann, basert på vekten av gjenvunnet sand.

For Test-M ble 1500 til 2500 g gjenvunnet sand satt til en Hobart-mikser, og sanden ble bragt til en temperatur på ca. 25°C. Silanløsningen ble så tilsatt direkte til sanden og mikset i ca. 1 minutt. Deretter ble 1,5 vekt% harpiksbindemiddel-løsning, basert på vekten av sanden, tilsatt og mikset i 1 minutt. Så ble ca. 25 vekt% triacetin, basert på vekten av bindemiddel-løsning tilsatt og mikset i 40 sekunder til. Etter miksingen ble sanden anvendt umiddelbart for å lage 2,54 cm hundeben-strekkverdi-briketter, og strekkfasthetsmålinger ble gjort som beskrevet i eksempel 1.

For test-N ble 1500 til 2500 g gjenvunnet sand satt til en Hobart-mikser og sanden bragt til en temperatur på ca. 25°C, hvoretter ca. 1,5 vekt% av en bindemiddelløsning, basert på vekten av sanden, ble satt til sanden samtidig med silanløsningen, og innholdet ble mikset i 1 minutt. Etter dette ble ca. 25 vekt% triacetin basert på vekten av harpiksløsning tilsatt og mikset

i 40 sekunder. Etter miksing ble sanden brukt for å lage de 2,54 cm hundeben-strekkverdibriketter, og strekkfasthetsmålinger ble gjort som beskrevet i eksempel 1.

For test-O ble 1500 til 2500 g gjenvunnet sand ved 25°C først blandet med en herdbar bindemiddel-løsning i en mengde av 1,5 vekt%, basert på vekten av sand. Etter 1 minutt med agitering ble ca. 25 vekt% triacetin basert på vekten av harpiksbindemiddel-løsningen, tilsatt og blandet i 40 sekunder til. Før tillaging av testkjernene ble en mengde av silanløsning satt til denne råmaterialblanding og blandet i ca. 1 minutt, hvoretter 2,54 cm hundeben-strekkverdibriketter ble laget og strekkfastheter bestemt som i eksempel 1.

De gjennomsnittlige verdier av 3-4 strekkmålinger for testkjernene fra testene N, O og P og Kontroll-10 er rapportert i tabell 7.

TABELL 7

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-10	---	---	158,6	241,3	241,3	193,1	--	--	--	--
Test-N	0,08%	0,12%	220,6	310,3	379,2	379,2	39%	28%	57%	96%
Test-O	0,08%	0,12%	262,0	379,2	413,7	413,7	65%	57%	71%	114%
Test-P	0,08%	0,12%	255,1	310,3	344,7	344,7	60%	28%	42%	78%

Dataene i tabell 7 viser at metoden med å behandle sand med en silanløsning er uavhengig av "timingen" av en slik behandling.

300162

EKSEMPEL 8

Silanløsningsbehandling med en kontinuerlig mikser

Eksempel 8 viser effektiviteten til en kontinuerlig mikser med å forbedre strekkfasthetene til støperikjerner og -former oppnådd med gjenvunnet sand. Den gjenvunne sand som her er brukt, var som beskrevet i eksempel 5. Før bruk ble den bragt til 25°C.

I kontroller 11-14 og tester Q og R ble det brukt en kontinuerlig mikser, kalibrert for å levere 56,8 kg pr. minutt av sand fra en overhead-binge. Den benyttede harpiks var som beskrevet i eksempel 1 og ble matet inn gjennom en åpning av en pumpe nær innløps-rennen i en rate av ca. 1,5 vekt%, basert på vekten av sand som ble innført. Esterherder, gamma-butyrolakton, ble innført i en rate av ca. 25 vekt%, basert på vekten av harpiksløsning, ved hjelp av en pumpe gjennom en annen åpning.

Der hvor det ikke er noen silanbehandling av den gjenvunne sand, ble harpiksen og herderen matet som beskrevet ovenfor, og sanden ble gjenvunnet fra utløps-rennen. Hundeben-strekkverdi-brikettene ble laget av denne sand og deretter testet som beskrevet i eksempel 1.

For testene Q og R ble en silanløsning utmålt av en tredje pumpe inn i den samme åpning som leverte harpiksløsningen, for å tilveiebringe en 40%ig gamma-aminopropyltrietoksysilan-løsning i den mengde som er angitt under overskriften "silan" fortynnet med den vannmengde som er angitt under overskriften "vann" i tabell 8. I kontroll 13 ble vann utmålt gjennom den tredje pumpe og innført i harpiksinnløpsåpningen, for å tilveiebringe 0,2 vekt% vann, basert på vekten av sand. I kontroll 14 ble konsentrert gamma-amino-propyltrietoksysilan utmålt gjennom den tredje pumpe og innført i innløpsåpningen, for å tilveiebringe ca. 0,038 vekt% silan, basert på vekten av sand.

Etter gjenvinning av sanden som ble tappet ut av mikseren i hver test og kontroll, ble det laget 2,54 cm hundeben-strekk-verdibriketter og testet som beskrevet i eksempel 5.

Gjennomsnittsverdier for de 3-4 strekkfasthetsmålinger som ble gjort for hver test og kontroll, er rapportert i tabell 8.

TABELL 8

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-11	---	---	213,7	220,6	--	303,4	--	--	--	--
Kontroll-12	---	---	199,9	248,2	289,6	296,5	--	--	--	--
Kontroll-13	---	0,2%	227,5	275,8	330,9	344,7	13%	11%	14%	16%
Kontroll-14	0,038*	---	510,2	579,2	599,8	661,8	155%	133%	107%	123%
Test-Q	0,066	0,134%	468,8	530,9	--	827,4	119%	161%	---	172%
Test-R	0,098	0,198%	551,6	599,8	--	979,1	158%	171%	---	222%

* 98% konsentrasjon

Dataene i tabell 8 viser at behandling av gjenvunnet sand med vandige silanløsninger tilveiebringer signifikant høyere strekkfastheter i testkjerner enn behandling med vann, eller ingen behandling med enten vann eller en silanløsning. Det bemerkes at behandling med konsentrert silan tilveiebringer testkjerner med lavere strekkfastheter enn dem som er behandlet med en ekvivalent mengde av silan i løsning, selv der hvor det benyttes en kontinuerlig mikser.

300162

EKSEMPEL 9

Sandblandinger av mekanisk gjenvunnet sand og pristinsand

Dette eksempel viser anvendeligheten av denne oppfinnelse for blandinger av pristinsand og gjenvunnet sand. Den nye pristinsand som ble brukt, var en vasket og tørket silisiumdioksyd-sand av 52 Grain Fineness, som bestemt ved de metoder som er beskrevet i American Foundrymen's Society "Mold and Core Test Handbook", s. 4.2-4.5. Sandmiksen besto av 80 vektdeler gjenvunnet sand som beskrevet i eksempel 5 og 20 vektdeler av pristinsanden. En kontrollprøve ble laget ved anvendelse av de samme forhold mellom pristinsand og gjenvunnet sand, men ble ikke behandlet med silanløsning.

Testkjerner ble laget av gjenvunnet sand/pristinsand-blandinger behandlet som følger.

Kontroll-15 - Sandmiksen ble ikke behandlet.

Test-S - Sandmiksen ble ved 25°C forhåndsbehandlet med en 40%ig silanløsning i en mengde av ca. 0,068 vekt% fortynnet med 0,132 vekt% vann, basert på vekten av sand. Silanet var gamma-aminopropyltrietoksysilan. Denne forhåndsbehandling omfattet tilsetning av sandmiksen til en Hobart-mikser ved 25°C, fulgt av silanløsningen og miksing av sanden og silanløsningen i ca. 1 minutt.

For å lage testkjerner for Kontroll-15 og Test-R ble 1500 til 2500 g sand bragt til en temperatur på ca. 25°C i en Hobart-mikser, og så ble silanløsningen påført (hvis anvendt). Etter eventuell silan-forhåndsbehandling ble 1,5 vekt% harpiks-løsningen, basert på vekten av sand, tilsatt. Harpiksbindemiddel-løsningen som ble brukt var som beskrevet i eksempel 1. Sanden og harpiksen ble mikset i ca. 1 minutt. Så ble ca. 25 vekt% triacetin, basert på vekten av harpiksløsning, tilsatt og mikset i 40 sekunder til.

Etter miksing ble 2,54 cm hundeben-strekkverdibriketter laget og strekkfasthetene testet som rapportert i eksempel 1. De gjennomsnittlige strekkfasthetsverdier av 3-4 målinger for hver kontroll og test er rapportert nedenunder i tabell 9.

TABELL 9

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-15	---	---	172,4	262,0	310,3	406,8	--	--	--	--
Test-S	0,068%	0,132%	310,3	393,0	496,4	606,7	80%	50%	60%	49%

Dataene i tabell 9 viser at støperiformer og -kjerner oppnådd av blandinger av gjenvunnet sand og ny pristinsand viser forbedringer i strekkfasthet når de er behandlet ved fremgangsmåtene i henhold til foreliggende oppfinnelse.

300162

EKSEMPEL 10

Vandig silanbehandling med dampherdemetoder

Eksempel 10 tjener til å illustrere at behandling av gjenvunnet sand med silanløsninger, som tilveiebragt ved denne oppfinnelse, er anvendelig ved fremstilling av støperikjerner og -former ved en dampherdemetode.

Det ble laget testkjerner med gjenvunnet sand forhåndsbehandlet som følger:

Kontroll-16 - Den gjenvunne sand ble ikke behandlet.

Test-T - Den gjenvunne sand ble ved 25°C forhåndsbehandlet med 0,2% av en silanløsning fortynnet med 0,3 vekt% vann, basert på vekten av sand. Silanløsningen var 40%ig gamma-aminopropyltrietoksysilan i vann. Den gjenvunne sand ved 25°C ble forhåndsbehandlet med silanløsningen ved å mikse i en Hobart-mikser i ca. 1 minutt.

Testkjernene for Kontroll-16 og Test-T ble laget ved å sette til 1500 til 2500 g gjenvunnet sand i en Hobart-mikser. Den gjenvunne sand var som brukt i eksempel 5. Før silan-forhåndsbehandlingen ble sanden bragt til en temperatur på ca. 25°C, og silanløsningen, hvis den ble brukt, ble påført ca. 1,5 vekt% av den harpiksløsning som er beskrevet i eksempel 1, basert på vekten av sand, ble tilsatt og mikset i 2 minutter. Etter miksing ble sanden blåst med en Redford Carver Core Blower (et handelsnavn tilhørende Dependable Foundry Equipment Company, Sherwood, Oregon), under anvendelse av 5,6 kg/cm^2 målt lufttrykk i ca. 1/2 sekund, inn i en 3-hulroms-kjernekasse for å produsere Standard American Foundrymen's Society's 2,54 cm hundeben-strekkverdibriketter.

Etter innblåsing av sanden ble kjernekassen gasset i 5 sekunder med metylformiat-damper utviklet i en Cerjet gassgenerator (handelsnavn tilhørende Dependable Foundry Equipment, Sherwood, Oregon). Etter gassing ble kjernene utstøtt og så tillatt å henstå under omgivelsesbetingelser.

Strekkfasthetsmålingene ble gjort ved hjelp av en Dietert Universal Sand Strength Machine 400-1, utstyrt med en Tensile Core Strength Accessory 610-N som beskrevet i eksempel 1. Mellom 3 og 4 målinger av strekkstyrke ble gjort for hver test og kontroll, og de gjennomsnittlige verdier ble bestemt. De gjennomsnittlige strekkfasthetsverdier av 3-4 målinger for hver kontroll og test er gitt i tabell 10 nedenfor.

TABELL 10

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-16	---	---	158,6	165,5	179,3	186,2	--	--	--	--
Test-T	0,2%	0,3%	220,6	227,5	268,9	324,1	39%	37%	50%	74%

Resultatene i tabell 10 viser at forhåndsbehandling av gjenvunnet sand med silanløsninger resulterer i strekkforbedringer i testkjerner laget ved en dampherdemetode. Derfor kan fore-liggende oppfinnelse anvendes i de fremgangsmåter som er beskrevet i US-patentskrift nr. 4,468,359.

300162

EKSEMPEL 11

Bindemiddel-løsninger uten silan

Dette eksempel viser effektiviteten av denne oppfinnelse med hensyn til å forbedre strekkfastheten til testkjerner oppnådd fra harpiksbindemiddel-løsninger som ikke inneholder silan.

Den sand som ble brukt i dette eksempel var den samme som den gjenvunne sand som er beskrevet i eksempel 5. Harpiksbinde-middel-løsningen var en kaliumalkalifenol/formaldehyd-harpiks med Brookfield-viskositet på 100 cP, som målt i eksempel 1, ved et 53,4 vekt% faststoffinnhold, som målt ved den fremgangsmåte som er beskrevet i eksempel 1. Fenol:formaldehyd-molforholdet for harpiksen var 1:1,7 og KOH:fenol-molforholdet for harpiksen var 0,83:1. Harpiksbindemiddel-løsningen inneholdt ikke silan.

Testkjerner ble laget av gjenvunnet sand behandlet som følger.

Kontroll-18 - Den gjenvunne sand ble ikke behandlet.

Test-U - Den gjenvunne sand ble ved 25°C forhåndsbehandlet med en 40%ig silanløsning i vann i en mengde av 0,1 vekt%, basert på vekten av sand, fortynnet med 0,2 vekt% vann, basert på vekten av sand. Silanet var gamma-aminopropyltrietoksysilan.

Denne forhåndsbehandling omfattet å tilsette sandmiksen til en Hobart-mikser, bringe den til 25°C, tilsette silanløsningen, og mikse sanden og silanløsningen i ca. 1 minutt.

Testkjernen ble laget og testet som i eksempel 1. Gjennom-snittsverdien for 3-4 målinger av strekkfastheten for kjernene som var produsert, er rapportert i tabell 11.

TABELL 11

Test	Total silanløsning % basert på vekt Silan (vekt%)	Vann (vekt%)	Strekkfasthet (MPa) Timer: 1	2	4	24	% forbedring i strekkfasthet. Timer: 1	2	4	24
Kontroll-17	---	---	103,4	173,9	172,4	310,3	--	--	--	--
Test-U	0,1%	0,2%	227,5	344,7	413,7	620,5	120%	150%	140%	100%

Dataene i tabell 11 illustrerer at forbedringer oppnås i strekkfasthet med fremgangsmåten i henhold til foreliggende oppfinnelse, hvor harpiks-bindemiddel-løsningen ikke inneholder silan.

300162

Det er meningen av foreliggende oppfinnelse kan anvendes ved forming av sandaggregater for ikke-støperiformål, enten som støpeformer eller -kjerner eller en annen slags formet konstruksjon.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for å behandle frittstrømmende, granulær sand, eventuelt i blanding med pristinsand, omfattende minst 20 vekt% frittstrømmende, granulær støperisand som tidligere er blitt brukt ved forming til en harpiksavbundet artikkel med et bindemiddel av en alkalisk fenolharpiks som er herdet ved hjelp av et esterfunksjonelt herdemiddel, og deretter separert fra denne formede artikkel til frittstrømmende granuler, for å forbedre strekkfastheten til en herdet, harpiksavbundet formet artikkel laget av nevnte sand, sammenlignet med strekkfastheten som ville blitt oppnådd i fravær av nevnte behandling, idet fremgangsmåten er k a r a k t e r i s e r t v e d at sanden eller sandblandingen bringes i kontakt med en løsning av et aminosilan, hvor

(a) løsningsmidlet i nevnte løsning er valgt fra gruppen som består av vannforlikelige, organiske løsningsmidler, vandige væsker, og blandinger derav,

(b) idet aminosilanet består av enten:

(1) et silan som tilsvarer formelen $R'Si(OR)_3$, hvor R' er en C_2-C_6-alkylengruppe som er bundet til en amino-, hydroksy-C_1-C_6-alkylamino eller amino-C_1-C_6-alkylamino-gruppe, og hvor gruppene R kan være like eller forskjellige og er valgt fra C_1-C_6-alkyl- og C_1-C_6-alkoksy-substituert C_1-C_6-alkylgrupper, eller

(2) et aminoalkyl-alkoksysilan med formelen

$$R_2N(CH_2)_nSi(OR^1)_{3-x}(R^2)_x$$

hvor hver R kan være H eller lavere alkyl, uavhengig av den andre,

n er et helt tall fra 2 til 5,

R^1 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer,

R^2 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer eller fenyl, og

x er 0 eller 1, eller

(3) $R_2N-(CH_2)_m-NH-(CH_2)_nSi(OR^1)_{3-x}(R^2)_x$, hvor hver R kan være H eller lavere alkyl uavhengig av den andre,
m er et helt tall fra 2 til 3,
n er et helt tall fra 2 til 4,
R^1 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer,
R^2 er en alkylgruppe med 1-4 karbonatomer, og
x er 0 eller 1, og

(c) mengden av nevnte aminosilan-løsning som anvendes er tilstrekkelig til å øke strekkfastheten til de formede, harpiksavbundne artikler som er fremstilt av slik silanbehandlet sand.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at sanden eller sandblandingen bringes i kontakt med en aminosilanløsning som omfatter vann og aminosilan ved en aminosilankonsentrasjon i området 5-90 vekt%, og hvor mengden av rest-aminosilanløsning på nevnte aminosilan-behandlede sand er 0,0025-0,9 vekt%, regnet på sanden.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at herdemidlet som har ester-funksjonalitet er valgt fra gruppen som består av laktoner, organiske karbonater, karboksylsyre-estere og blandinger derav.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det aminosilan-kontaktende trinn omfatter å påføre på sandblandingen en aminosilanløsning som omfatter aminosilan og vann og som har en aminosilankonsentrasjon på fra 1 til 90 vekt%, basert på løsningen ved anvendelse av en mengde av løsningen på 0,05-1 vekt%, regnet på sandblandingen.

5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den tidligere brukte sand, før den bringes i kontakt med aminosilanløsningen, formes til en blanding med pristinsand, idet mengden av pristinsand ligger i om-rådet fra 1 til 80 vekt%, basert på den totale vekt av blandingen.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at pristinsanden utgjør minst 20 vekt% av sandblandingen, og hvor aminosilanet omfatter gamma-aminopropyl-trietoksysilan.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det anvendes frittstrøm-mende, granulær støperisand fra bruk i en metallstøpeprosess, idet den tidligere brukte gjenvunne sand har en American Foundrymen Society's siktfordeling på 25-140 Grain Fineness, og den gjenvunne sand fuktes med en vandig løsning av et aminosilan.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at gjenvunnet sand blandes med pristinsand, idet mengden av pristinsand er i området fra 1 til 80 vekt% basert på den totale vekt av blandingen, og deretter bringes blandingen av granuler av pristinsand og av gjenvunnet sand i kontakt med en vandig amino-silanløsning, hvor aminosilanet er som angitt i krav 1.

9. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at herdemidlet som har ester-funksjonalitet omfatter en karboksylsyreester med lav molekylvekt.

10. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at blandingen av pristinsand og granuler av gjenvunnet sand omfatter 10-50 vekt% pristinsand basert på den totale vekt av blandingen.

11. Fremgangsmåte som angitt i krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at blandingen bringes i kontakt med aminosilanløsningen ved å påføre løsningen ved en aminosilan-konsentrasjon på fra 10 til 50 vekt% basert på løsningen, idet det anvendes en mengde av løsningen på fra 0,05% til 1,0% i vekt basert på blandingen.

12. Fremgangsmåte som angitt i krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at granulene av gjenvunnet sand har på seg en vannfjernbar rest fra tidligere avbinding med et bindemiddel av en esterherdet alkalisk fenolharpiks.