
Octrooiraad



⑩ A Terinzagelegging ⑪ 8004627

Nederland

⑲ NL

- ⑤④ **Eenmaal te gebruiken gietvormen en werkwijze voor de vervaardiging daarvan.**
- ⑤① Int.Cl³: B22C 1/00, B22C 9/00.
- ⑦① Aanvrager: Precision Metalsmiths Inc. te Cleveland, Ohio, Ver. St. v. Am.
- ⑦④ Gem.: Ir. C.M.R. Davidson c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

-
- ②① Aanvraag Nr. 8004627.
- ②② Ingediend 15 augustus 1980.
- ③② Voorrang vanaf 18 januari 1980.
- ③③ Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③① Nummer van de voorrangsaanvraag: 113180 .
- ⑥② - -

-
- ④③ Ter inzage gelegd 17 augustus 1981.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruck van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Eenmaal te gebruiken gietvormen en werkwijze voor de vervaardiging daarvan.

Deze uitvinding betreft het gieten in eenmalige vormen en meer in het bijzonder een nieuwe werkwijze en nieuw materiaal voor het maken van keramische gietvormen.

Keramische gietvormen worden gemaakt door lagen
5 vuurvast materiaal op te bouwen rondom eenmalige mallen die vervolgens uit de vormen verwijderd worden. Elke mal is een replica van het te gieten werkstuk en is gemaakt van een smelt- of ontleedbaar materiaal, zoals een wals of een geschikt kunsthars, of een mengsel daarvan. De mallen worden bij elkaar gevoegd aan een
10 vertakte spijsvoeding met een centrale gietgoot, tot een soort kerstboom. De vorming van de gietvormen rondom de centrale goot of gietboom gebeurt in het algemeen door een suspensie van vuurvast materiaal met een bepaalde viscositeit aan te brengen waarna men de suspensie in een bepaalde richting laat afvloeien om het be-
15 kleden volledig te maken. Na uitlekken van overmaat suspensie wordt de bekleding, terwijl hij nog nat is, "gepaneerd" of bepleisterd met grover vuurvast materiaal. Deze laag laat men uitharden, bijvoorbeeld door drogen bij kamertemperatuur aan de lucht, eventueel met een geforceerde circulatie. Het resultaat is een laag
20 keramisch materiaal met vuurvaste deeltjes in zijn oppervlak. Nadat de eerste laag keramiek voldoende hard en droog is wordt de cyclus van bekleden, uitlekken, bepleisteren en drogen herhaald tot dat een vuurvaste vorm verkregen is met voldoende dikte om de daarna optredende spanningen te weerstaan. Vervolgens worden de
25 inwendige mallen verwijderd en worden de vormen helemaal klaargemaakt door bakken op bijvoorbeeld 1000°C.

De suspensie waaruit de vormen geleidelijk opge-

bouwd worden bestaat uit een vuurvast poeder en een bindmiddel. Het bindmiddel is in het algemeen een waterige colloïdale oplossing van kiezelzuur of gehydrolyseerd ethylsilicaat. De gebruikelijke vuurvaste poeders zijn gesmolten en kristallijn kwarts, zirkoon, zirkoonoxyde, aluminiumoxyde, calciumzirkonaat, diverse aluminosilicaten, e.d. Voor het bepleisteren gebruikt men materiaal dat in het algemeen grover is dan het poeder dat in de eigenlijke suspensie gaat; hiervoor gebruikt men gewoonlijk korrelvormig zirkoon, gesmolten kwarts, kiezelzuur, diverse aluminosilicaten e.d.

Na het gieten wordt het gesinterde of gesmolten vormmateriaal van de gietelingen verwijderd en dat heeft in deze industrie al heel lang problemen gegeven. Er is dan ook veel belangstelling voor het ontwikkelen van een zogenaamde "zachte vorm", die deze problemen zou verzachten. De gewone praktijk bestaat hieruit dat de gietelingen een losslaan ondergaan, waarbij een pneumatische hamer gebruikt wordt om zoveel mogelijk vormmateriaal te verwijderen. Als het niet lukt al het vormmateriaal los te kloppen worden de gietelingen blootgesteld aan een gesmolten bad van 500°C of heter.

Het gebruik van een zoutbad voor het verwijderen van gesinterd of gesmolten vormmateriaal uit de gietelingen is een bijzonder ongewenste gang van zaken. Door de hoge temperaturen en de agressieve aard van het gesmolten zout is de bewerking moeilijk en onaangenaam en brengt hij gevaar met zich mee. Bovendien moet het zoutbad geregeld schoongemaakt en vervangen worden, wat de kostprijs van de gehele bewerking verhoogt. Het wegdoen van het verbruikte materiaal geeft tegenwoordig ook ernstige problemen wegens de vervuiling van het milieu en de wettelijke regelingen daartegen. Gietelingen die aan gesmolten zout blootgesteld zijn zien er meestal roestig uit en moeten vaak chemisch gereinigd of anders gezandstraald worden.

Deze uitvinding betreft een nieuw materiaal en een nieuwe werkwijze voor het maken van keramische gietvormen die gemakkelijker dan voorheen van de voltooide gietelingen verwijderd kunnen worden. De uitvinding betreft ook een werkwijze voor het

maken van keramische gietvormen die na bakken elke gewenste sterkte (binnen een ruim traject) vertonen en die bovendien gekenmerkt worden door een hoge doorlaatbaarheid.

5 Gevonden is dat het mogelijk is "zachte" keramische gietvormen te maken die zich onverwacht gemakkelijker laten wegslaan door het kiezelzuur of het andere vuurvaste materiaal dat men gewoonlijk voor het formuleren van suspensies voor keramische gietvormen gebruikt geheel of gedeeltelijk te vervangen door gehydrateerd aluminiumoxyde (aluminiumhydroxyde). De nieuwe
10 suspensies die aluminiumhydroxyde bevatten leiden tot gietvormen die gemakkelijk van de gietelingen verwijderd kunnen worden, ook als die klein zijn en zo dicht tegen elkaar aan liggen dat de ruimten tussen de opeenvolgende vormen helemaal opgevuld zijn. In sommige gevallen kan het vormmateriaal helemaal van
15 de gietelingen verwijderd worden met een pneumatische hamer of een andere reinigingsbehandeling zonder hulp van een zoutbad. Zelfs als een zoutbad nodig is, bijvoorbeeld met gietelingen die nauwe sleuven, openingen of boringen vertonen, is de belasting van het bad erg veel minder doordat veel meer vormmateriaal door het
20 eerste loskloppen verwijderd wordt dan bij de gebruikelijke gietvorm-materialen. Het verbruik aan zout en het daarmee samenhangende probleem waar je het verbruikte zout moet laten worden veel minder, en ook de tijd van de behandeling in het zoutbad.

Het nieuwe vormmateriaal maakt het ook mogelijk
25 andere reinigingsbehandelingen dan het onderdompelen in gesmolten zout toe te passen. Bijvoorbeeld kan het zachte vormmateriaal verwijderd worden door spuiten met water onder een druk van 70 bar, vergeleken met drukken van 700 bar of hoger nodig voor het verwijderen van gebruikelijk vormmateriaal. Het nieuwe vormmateriaal
30 is zacht genoeg om het met de hand (met geschikt gereedschap) te verwijderen. Ook kan het materiaal chemisch of door zandstralen verwijderd worden, waarbij men dan het voordeel van een massa-behandeling heeft.

Volgens de uitvinding bestaat de suspensie voor
35 het opbouwen van de gietvormen uit een vloeibaar bindmiddel en een poeder dat althans ten dele aluminiumhydroxyde is. In het bij-

der geschikte suspensies bestaat het vuurvaste materiaal voor 20 tot 100 gew.% uit gehydrateerd aluminiumoxyde. Desgewenst kunnen, zoals gebruikelijk, onder-geschikte hoeveelheden bevochtiger en anti-schuimmiddel in het preparaat opgenomen worden. De uit-
 5 vinding verschaft ook vuurvaste vormen die, voor het bakken, in wezen uit deeltjesvormig vuurvast materiaal en een bindmiddel bestaan, waarbij het vuurvaste materiaal althans ten dele gehydrateerd aluminiumoxyde is.

Deze nieuwe suspensie heeft uitstekende eigen-
 10 schappen voor het onderdompelen en laten wegvloeien. Met het aluminiumhydroxyde als vuurvast materiaal heeft men ook een ruime keuze tussen bindmiddelen en pleistermaterialen bij het maken der vormen.

De sterkte van de vormen na bakken kan over een
 15 ruim traject variëren door keuze van de hoeveelheid aluminiumhydroxyde bij het aanmaken van de suspensie. De sterkte van de vormen kan geleidelijk en beheerst verlaagd worden, met een slechts beperkte vermindering van de sterkte der ongebakken vormen door meer en meer aluminiumhydroxyde te nemen. Vormen waarvan de sterk-
 20 te na bakken even groot als of slechts weinig groter dan de sterkte voor het bakken is kan men krijgen door het vuurvaste materiaal voor ongeveer 20 gew.% uit gehydrateerd aluminiumoxyde te laten bestaan. Als men het gehalte aan gehydrateerd aluminiumoxyde beneden 20 gew.% brengt neemt de sterkte na bakken weer toe totdat
 25 men vormen krijgt die voor 100 % uit gebruikelijk vuurvast materiaal opgebouwd zijn. Als het vuurvaste materiaal alleen maar gehydrateerd aluminiumoxyde is is de sterkte na bakken minder dan de helft van de sterkte voor bakken, zodat de vorm dan erg zacht is en gemakkelijk van de gietelingen verwijderd kan worden. Hoewel
 30 de sterkte dan erg laag is is hij dan voor sommige doeleinden toch voldoende, vooral indien de gietelingen in hete toestand vatbaar zijn voor scheurvorming. Het nuttige traject van de zachte gietvormen kan uitgebreid worden door de dikte van de gietvorm groter te nemen of door die tijdens het gieten van buiten te versterken met een korrelvormig vuurvast materiaal.
 35

Een belangrijke en voordelige toepassing van de

erg zachte en weke gietvormen die met onderhavige uitvinding mogelijk worden is in combinatie met de sterkere bekledingen van de gebruikelijke soort. Bijvoorbeeld kan men afwisselend bekledingen van aluminiumhydroxyde en van gebruikelijke materialen
 5 aanbrengen, en ook kan men de eerste lagen uit aluminiumhydroxyde opbouwen en deze een ruggesteun van gebruikelijke lagen geven, en ook kan men ze als binnenlaag tussen twee buitenkanten van gebruikelijk materiaal aanbrengen. In al deze gevallen hebben de vormen bij het loskloppen de neiging in het zachte aluminium-
 10 hydroxyde stuk te gaan, zodat de sterkere, gebruikelijke bekledingen dan onvoldoende ondersteuning hebben en gemakkelijk van de gietelingen loslaten.

De lagere sterkte na bakken en het gemakkelijker loskloppen, die de zachte gietvormen volgens de uitvinding kenmerken, kunnen te wijten zijn aan een grotere krimp bij het bakken
 15 dat het aluminiumhydroxyde ondergaat. De berekende volumevermindering in de vaste fase, die optreedt wanneer aluminiumhydroxyde in aluminiumoxyde overgaat, is ongeveer 60 %. Dit volumeverlies en de daarmee samenhangende porositeit komt boven de porositeit die men altijd al heeft door de verdamping van de vloeistof uit het
 20 bindmiddel. De porositeit is gelijkmatig over de vorm verdeeld en men vindt die zowel tussen de vuurvaste deeltjes als (ten gevolge van de ontleding) daar binnen.

Ondanks het grotere volume-verlies in de fase van het vuurvaste poeder vertonen de volgens de uitvinding uit aluminiumhydroxyde gemaakte vormen geen bezwaarlijke krimp tijdens het bakken. Even belangrijk is het feit dat gesmolten metalen, waaronder staal, tegen de zeer poreuze gietwanden gegoten kunnen worden en dan gladde oppervlakken geven. Naast de verminderde sterkte
 25 na bakken geeft de hoge porositeit van de gietvormen ook het voordeel dat lucht en andere gassen gemakkelijk tijdens het gieten uit dode hoeken van de vormen kunnen ontsnappen; in het bijzonder wordt daardoor een goed opvullen van dunne gedeelten mogelijk.
 30

De uitvinding wordt nu nader toegelicht aan de hand van de volgende voorbeelden. In de hierbij behorende tekeningen is figuur 1 een grafiek die het effect van het gehalte aan
 35

gehydrateerd aluminiumoxyde op de sterkte voor en na bakken heeft, en geeft figuur 2 de thermische uitzetting van keramische vormen geheel uit gecalcineerd aluminiumoxyde en voor 50 % uit gehydrateerd aluminiumoxyde bestaande.

5 Voorbeeld I

Een serie proeven werd uitgevoerd waaruit de invloed van het vervangen van zirkoon door aluminiumhydroxyde op de sterkte voor en na bakken blijkt. Acht preparaten werden aangemaakt, waarvan de samenstelling varieerde van 100 % zirkoon tot
10 100 % aluminiumhydroxyde. Overigens werd steeds hetzelfde bindmiddel, hetzelfde pleistermateriaal en hetzelfde aantal bekledingen toegepast.

Het bindmiddel bestond uit 1360 gram colloïdaal kiezelzuur, 2 ml bevochtiger en 14 ml silicon (anti-schuimmiddel).
15 Het colloïdale kiezelzuur was een waterig sol dat 30 % SiO_2 bevatte, gestabiliseerd met ongeveer 0,45 % Na_2O en een gemiddelde deeltjesgrootte van 8 nm. De bevochtiger was 75 % natriumdioctylsulfosuccinaat in water/alkohol, en het anti-schuimmiddel was een 30 % silicon-emulsie.

20 De zirkoon-deeltjes waren alle fijner dan 0,044 mm. Het aluminiumhydroxyde had deeltjes van 6,5 tot 8,5 μm en bevatte 0,01 % SiO_2 , 0,006 % Fe_2O_3 en 0,15 % Na_2O . Het pleisterwerk was gecalcineerd kaolien dat 47,5 % Al_2O_3 en 49,3 % SiO_2 bevatte.

25 Bij elke proef werd het vuurvaste poeder aan het vloeibare bindmiddel gebracht en in suspensie geroerd totdat een goede dompelconsistentie verkregen was. Daarna werd deze aan vacuum blootgesteld om ingeslagen lucht te verwijderen. Er werden zes lagen aangebracht, en elke werd van pleisterwerk voorzien en
30 gedroogd. Op de eerste bekleding werd een fijn pleisterwerk aangebracht, op de tweede een middenkwaliteit en op de laatste vier bekledingen een grove kwaliteit.

Van de aldus gemaakte monsters met verschillende gehalten aan gehydrateerd aluminiumoxyde werden de sterkten voor
35 bakken en na 1 uur bakken op 1000°C bepaald. De uitkomsten hiervan staan in figuur 1. Daaruit ziet men dat het vervangen van zir-

koon door gehydrateerd aluminiumoxyde tot een grote en blijvende vermindering in sterkte na bakken leidt, met slechts een kleine verlaging van de sterkte voor bakken. Bijvoorbeeld leidde vervanging van 20 % van het zirkoon door aluminiumhydroxyde tot een verlaging van de sterkte na bakken met 52,6 %, terwijl de sterkte voor bakken slechts 8,6 % omlaag ging. Vervanging van het zirkoon voor 20 tot 100 % door aluminiumhydroxyde verlaagde de sterkte na bakken van ongeveer 38 kg/cm^2 (3700 kPa) tot ongeveer 9 kg/cm^2 (900 kPa) dus met 76 %, terwijl de sterkte voor bakken van 33 kg/cm^2 (3250 kPa) daalde tot 22 kg/cm^2 (2150 kPa) dus met ongeveer 34 %. Bij het verhogen van het gehalte aan aluminiumhydroxyde van 40 % tot 100 % is de daling in de sterkte voor bakken te verwaarlozen.

Door variatie van het percentage aluminiumhydroxyde kan de sterkte na bakken op elke gewenste waarde ingesteld worden over een traject van ongeveer 9 x, gaande van een zachte en weke vorm aan de ene kant tot een overmatig sterke vorm aan het andere uiteinde. Overmatige sterkte na bakken, vertegenwoordigd door een vorm die voor 100 % uit zirkoon bestaan, maakt het moeilijk bij het loskloppen het vormmateriaal tussen dicht op elkaar gelegen gietelingen of uit nauwe binnenruimten van één gieteling te verwijderen. Ook werkt dat het scheuren in de hand bij legeringen en vormen die daar gevoelig voor zijn. Als het vuurvaste materiaal geheel uit gehydrateerd aluminiumoxyde bestaat is de sterkte na bakken minder dan de helft van de sterkte voor het bakken, en een dergelijke zachte vorm kan gemakkelijk van de gieteling verwijderd worden. De toepasbaarheid van vuurvast materiaal dat voor 100 % uit aluminiumhydroxyde bestaat kan uitgebreid worden door de vormwanden dikker te nemen of door de vormen tijdens het gieten met korrelvormig vuurvast materiaal te versterken of door de zachte vormlagen te combineren met sterkere die wat minder aluminiumoxyde bevatten.

Op basis van de in figuur 1 weergegeven proeven gaat de voorkeur uit naar preparaten waarvan het vuurvaste materiaal voor 20 tot 100 % uit gehydrateerd aluminiumoxyde bestaat omdat men daarmee de sterkte na bakken beter in de hand heeft.

Hoewel preparaten met minder gehydrateerd aluminiumoxyde nuttig zijn maakt het snelle verloop van de sterkte na bakken het dan erg moeilijk de sterkte op een bepaalde waarde in te stellen.

Voorbeeld II

5 Een suspensie voor gietvormen werd aangemaakt die als vuurvast materiaal gecalcineerd aluminiumoxyde bevatte, en deze werd vergeleken met een tweede suspensie waarin het gecalcineerde aluminiumoxyde voor de helft door gehydrateerd aluminiumoxyde vervangen was. Het hierbij gebruikte bindmiddel bestond uit
10 2265 gram colloïdaal kiezelzuur, 10 druppels bevochtiger en 10 ml octylalkohol (dezelfde materialen als in voorbeeld I). Het gecalcineerde aluminiumoxyde was zeer zuiver $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, fijner dan $0,044\ \mu\text{m}$.

De verhouding tussen vuurvast materiaal en bind-
15 middel werd zodanig gekozen dat de viscositeit tussen 1000 en 1050 centipoise lag (Brookfield viscosimeter, spoel no. 3, 20 rpm). De eerste bekleding werd bepleisterd met korrels van gesmolten aluminiumoxyde van de kwaliteit "54 grit" (ongeveer 0,28 mm) en aan de lucht gedroogd. Daarna werd elke suspensie met meer bind-
20 middel verdund tot een viscositeit tussen 750 en 775 centipoise, waarna een tweede bekleding aangebracht werd die met hetzelfde Al_2O_3 bepleisterd werd. Daarna werden de suspensies verder verdund tot een viscositeit van 500-525 centipoise, en hiervan werden nog vier bekledingen aangebracht; elke bekleding werd weer met het
25 eerder genoemde Al_2O_3 bepleisterd en aan de lucht gedroogd.

Van de monsters werden de sterkten bepaald voor bakken en na 2 uur bakken op 1000°C en afkoelen tot kamertemperatuur. Dit gaf de volgende uitkomsten:

	Gecalcineerd Al_2O_3	50 % gecalcineerd Al_2O_3 50 % gehydrateerd Al_2O_3
30 voor het bakken	$34,9\ \text{kg/cm}^2$ (3410 kPa)	$25,6\ \text{kg/cm}^2$ (2495 kPa)
na het bakken	$125,3\ \text{kg/cm}^2$ (12.200 kPa)	$25,9\ \text{kg/cm}^2$ (2530 kPa)

Men ziet dat vervanging van de helft van het gecalcineerde Al_2O_3 door gehydrateerd Al_2O_3 tot een enorme verlaging
35 van de sterkte na bakken leidt, ongeveer 79 %. De sterkte voor bakken was bij het monster met 100 % gecalcineerd Al_2O_3 heel dicht

bij die van het monster met 100 % zirkoon van voorbeeld I. Ook
 ziet men dat bij het monster met 50 % gehydrateerd Al_2O_3 en 50 %
 gecalcineerd Al_2O_3 de sterkte na bakken heel dicht bij die voor
 bakken was, en ook heel dicht bij die van het monster met 50 %
 5 gehydrateerd Al_2O_3 en 50 % zirkoon van voorbeeld I. Net als in
 voorbeeld I leidde de 50 % vervanging van het doorgebakken vuurvas-
 te materiaal door aluminiumhydroxyde tot een slechts geringe da-
 ling van de sterkte voor bakken.

Voorbeeld III

10 Overeenkomstig voorbeeld II werden monsters aan-
 gemaakt; de samenstellingen daarvan zijn in figuur 2 aangegeven.
 Men ziet dat de uitzettingskromme van een monster met 50 % gehydra-
 teerd Al_2O_3 en 50 % gecalcineerd Al_2O_3 heel dicht ligt bij die
 voor een suspensie met 100 % gecalcineerd Al_2O_3 . Hieruit blijkt
 15 dat de berekende 60 % volumeverlies bij overgang van gehydrateerd
 in gecalcineerd Al_2O_3 voornamelijk leidt tot een hogere porositeit
 en niet tot meer krimp.

Voorbeeld IV

Een keramische vorm-suspensie werd aangemaakt uit
 20 5000 gram colloïdaal kiezelzuur, 13 ml bevochtiger, 68 ml anti-
 schuimmiddel (silicon) en 7730 gram aluminiumhydroxyde. Het
 colloïdale kiezelzuur bevatte 30 % SiO_2 waarvan het oppervlak
 met aluminaat-ionen gemodificeerd was, met Na^+ als tegenion, waar-
 van de deeltjes gemiddeld 12 nm waren.

25 Op gebruikelijke wijze werd hieruit een suspensie
 aangemaakt, waarbij bevochtiger en anti-schuimmiddel aan het
 colloïdale kiezelzuur toegevoegd werden, en vervolgens werd het
 aluminiumhydroxyde in de suspensie geroerd. Dit gaf een gladde
 suspensie met uitstekende bruikbaarheid voor onderdompelen en
 30 laten afvloeien.

Deze suspensie werd gebruikt voor het maken van
 een grote serievorm met 126 mallen uit een mengsel van was en
 kunsthars. Door onderdompelen werden zeven lagen bekleding aange-
 bracht; elke laag werd met vuurvaste deeltjes bepleisterd en
 35 gedroogd voordat de volgende aangebracht werd. De eerste drie
 lagen werden met en de volgende vier zonder vacuum aangebracht.

De gebruikte pleisterwerk-deeltjes waren steeds van een hiervoor gebruikelijk mengsel van Al_2O_3 en SiO_2 . De eerste twee bekledingen werden bepleisterd met fijnkorrelig materiaal, de derde met een middelkwaliteit, en de laatste vier met een grof materiaal (zo-
 5 als in de praktijk gebruikelijk).

Nadat de zeven bekledingen aangebracht en gedroogd waren werd de gietboom verwijderd en de vormen serie in een autoclaaf van was ontdaan met stoom van 9 atmosfeer. Daarbij trad in de vormen geen barsten of scheuren op, en ze hadden een behoor-
 10 lijke sterkte waardoor ze gemakkelijk gehanteerd konden worden.

De vorm werd nu 1 uur op 1000°C gebakken. Een kern van zand met hars als bindmiddel, met daarop een dun laagje vuurvast materiaal werd tot 120°C voorverhit en in de vormen geplaatst, en het geheel werd in een geschikte gietruimte opgesteld om het
 15 gesmolten metaal te kunnen ontvangen. Tussen het binnenoppervlak van de vormen en het buitenoppervlak van de kernen bleef een ringvormig gietgat met een dikte van 6 mm over.

Een onderdruk van 15 cm kwik (0,2 bar) werd in de gietkamer ingesteld om vorm en kern op zijn plaats te houden en
 20 het ontsnappen van lucht uit de vormen tijdens het ingieten van het gesmolten metaal te vergemakkelijken. Nu werd 6,3 kg laag gelegerd staal (SAE 6150) van 1620°C in de vormen gegoten.

Na afkoelen konden de vuurvaste vormen gemakkelijk met een pneumatische hamer rondom de gietelingen weggeklopt
 25 worden, zelfs al stonden de gietelingen zeer dicht op elkaar in een opstelling die het gewoonlijk heel moeilijk maakt het vormmateriaal te verwijderen. De gietelingen van dit voorbeeld hadden een nauw gat van 4,7 mm doorsnede en 6,3 mm lengte; het in deze gaten achterblijvende vormmateriaal was zo zacht dat het met een
 30 recht gebogen papierclip gemakkelijk verwijderd kon worden. Ook kan men het gemakkelijk verwijderen door zandstralen of met een lage-druk-waterpistool. De verkregen gietelingen hadden een glad oppervlak en voldeden in alle opzichten.

Voorbeeld V

35 Een bindmiddel werd aangemaakt uit 680 gram colloïdaal kiezelzuur, 1 ml bevochtiger en 3 ml anti-schuimmiddel

(dezelfde bestanddelen als in voorbeeld IV). Een fijn aluminiumhydroxyde van laboratoriumkwaliteit werd in deze suspensie geroerd totdat deze een viscositeit van 1400 centipoise had.

Een samenstel van twee kleine insteekmallen op
 5 een basis van was werd gebruikt voor het maken van een vorm. Onder druk werd eerst op de suspensie aangemaakt om luchtballen te verwijderen, maar niet op de afzonderlijke bekledingen. Voor het pleisterwerk werd het in voorbeeld I gebruikte materiaal gebruikt. Op de eerste bekleding werd als pleistermateriaal fijn gecalcineerd kaolien gebruikt. Voor de tweede en derde bekleding werd de
 10 suspensie verdund tot een viscositeit van 800 centipoise. Voor de tweede bekleding werd middelfijn pleisterwerk gebruikt, en voor de derde bekleding grof materiaal. Voor de drie laatste bekledingen werd de suspensie verdund tot een viscositeit van 600 centipoise; hierop werd als pleisterwerk grofkorrelig gecalcineerd
 15 kaolien aangebracht.

Na drogen werd de vorm in een autoclaaf geplaatst en werden de mallen eruit gesmolten. Nu werd hij op 870°C gebakken en na afkoelen tot kamertemperatuur zorgvuldig onderzocht. De
 20 vorm was erg zacht en bleek een glad binnenoppervlak, vrij van scheurtjes te hebben.

De vorm werd weer tot 530°C opgewarmd en gevuld met een aluminium-legering van 730°C . Na afkoelen werd het meeste van het vormmateriaal gemakkelijk met een hamer verwijderd. Het
 25 beetje dat nog overbleef werd gemakkelijk met een lage druk-waterstraal weggespoten. De aluminium gietelingen hadden gladde oppervlakken en voldeden in alle opzichten.

In een aanvullende proef werden verschillende stukken van het vormmateriaal dat van de gietelingen verwijderd was, $4\frac{1}{2}$ uur in een elektrische oven op 1620°C verhit en dan in
 30 die oven afgekoeld. Die stukken bleken ook nu nog heel zacht te zijn, ook al waren ze langdurig gebakken op dezelfde temperatuur als het in voorbeeld IV toegepaste gesmolten staal. Het vormmateriaal was zacht genoeg om er met een nagel in te krassen en
 35 om het door zacht wrijven op een hart oppervlak uit elkaar te drukken.

Voorbeeld VI

Een gietvorm werd aangemaakt uit de suspensie en het pleisterwerk van voorbeeld IV in combinatie met gebruikelijke gietvorm-suspensies. Die gebruikelijke suspensies werden gebruikt
 5 voor de eerste bekleding en de buitenste twee bekledingen. Daar tussenin werden vier lagen suspensie op basis van gehydrateerd aluminiumoxyde gebruikt.

Voor de eerste bekleding werd een suspensie gebruikt bestaande uit 4530 gram colloïdaal kiezelzuur, 13 ml bevochtiger, 16 ml anti-schuimmiddel en 1110 gram vuurvast poeder (45 % zirkoon fijner dan 44 μm , 15 % zirkoon fijner dan 250 μm en 40 % vermalen kwarts (waarvan 100 % fijner dan 74 μm en 75 % fijner dan 44 μm)).

De gebruikelijke suspensie voor de buitenste twee
 15 lagen bestond uit 5000 gram colloïdaal kiezelzuur, 450 g water, 16 ml anti-schuimmiddel en 4050 gram vuurvast poeder; dit laatste was een mengsel van 60 % vermalen gebakken klei (90 % fijner dan 105 μm , 50 % fijner dan 74 μm) en 40 % gesmolten en vermalen kwarts (100 % fijner dan 150 μm en 40 % fijner dan 44 μm). Dezelf-
 20 de opstelling met 260 mallen aan een gietboom als in voorbeeld IV werd gebruikt.

De eerste en de tweede bekleding werden met enige onderdruk aangebracht en de overige zonder. Voor het bekoren van de eerste laag werd een fijn materiaal gebruikt, voor
 25 de tweede en derde bekleding een middelfijn materiaal en voor de overige bekledingen een grof materiaal. De mallen werden in een autoclaaf verwijderd, en daarna werden de vormen op 870°C verhit en dan rondom met vuurvast materiaal beklede, door kunsthars bij elkaar gehouden zandkernen van 120°C. Tussen kernen en vormen
 30 bleven poorten met een wanddikte van 6 mm over. Bij het gieten werd een onderdruk van 15 cm kwik (0,2 bar) ingesteld om het opvullen met gesmolten metaal te vergemakkelijken. De vormen werden gevuld met 31 kg siliciumbrons van 950°C.

Na afkoelen kon het vormmateriaal gemakkelijk met
 35 een pneumatische hamer verwijderd worden. De gietelingen waren in alle opzichte voldoende.

800 46 27

Voorbeeld VII

Het voordeel van gehydrateerd aluminiumoxyde voor het verlagen van de overmatige sterkte na blootstellen aan hoge temperaturen is niet beperkt tot vuurvaste materialen op basis van kiezelzuur, zoals uit het volgende zal blijken.

Er werden twee suspensies aangemaakt op basis van colloïdaal zirkoonoxyde. Deze werden aangemaakt uit 500 ml colloïdaal zirkoonoxyde (22,5 % ZrO_2), 5 ml octylalkohol en 1 ml bevochtiger. Een van deze suspensies bevatte aluminiumhydroxyde als vuurvast materiaal en de andere gecalcineerd aluminiumoxyde (zuiver $\alpha-Al_2O_3$). De viscositeit van beide suspensies werd op 1000-1050 centipoise ingesteld.

Monsters werden aangemaakt door van beide suspensie vijf lagen aan te brengen en elke te bepoederen met gesmolten en vermalen Al_2O_3 ("54 grit"). Elke bepoederde bekleding werd aan de lucht gedroogd voordat de volgende er op aangebracht werd. Toen alle vijf lagen er op zaten werd het geheel 2 uur op $1620^{\circ}C$ verhit (de temperatuur van gesmolten staal).

Van beide soorten monsters werd na afkoelen de breekmodulus bepaald; deze was voor die met gecalcineerd Al_2O_3 195 kg/cm^2 (18.850 kPa) en voor die met gehydrateerd Al_2O_3 $9,8 \text{ kg/cm}^2$ (940 kPa).

Uit het voorafgaande blijkt dat het gebruik van gehydrateerd aluminiumoxyde oftewel aluminiumhydroxyde het mogelijk maakt keramische vormen te vervaardigen waarvan de sterkte na bakken naar believen ingesteld kan worden op een waarde ver beneden die van de vormen uit de gebruikelijke materialen. Doordat de nieuwe gietvormen zoveel zwakker zijn is het gemakkelijk het vormmateriaal van de voltooide gietelingen te verwijderen en kan men zich beperken tot eenvoudig en vlug gedaan loskloppen (en andere eenvoudige bewerkingen). De uit gehydrateerd aluminiumoxyde gemaakte gietvormen beperken het scheuren van gevoelige vormen bij hoge temperaturen en vertonen een hoge porositeit die insluiten van lucht en gassen in dode hoeken tot een minimum beperkt.

C o n c l u s i e s

1. Gebakken gietvorm van vuurvast materiaal die
vóór bakken in hoofdzaak uit deeltjesvormig vuurvast materiaal
en een bindmiddel bestaat, met het kenmerk, dat het vuurvaste
5 materiaal althans ten dele uit gehydrateerd aluminiumoxyde be-
staat.
2. Gietvorm volgens conclusie 1, met het kenmerk,
dat het vuurvaste materiaal voor 20 tot 100 gew.% uit gehydra-
teerd aluminiumoxyde bestaat.
- 10 3. Suspensie van vuurvast poeder in een vloeibaar
bindmiddel, met het kenmerk, dat het vuurvaste poeder althans ten
dele gehydrateerd aluminiumoxyde is.
4. Werkwijze voor het vervaardigen van een vuur-
vaste keramische gietvorm, waarbij men een mal een aantal malen
15 onderdompelt in een suspensie, zodat een bekleding die in hoofd-
zaak uit bindmiddel-vloeistof en vuurvast poeder ontstaat, men
de bekleding terwijl hij nog nat is met vuurvaste korrels bepoe-
dert, en men de bepoederde bekleding droogt, met het kenmerk, dat
het vuurvaste materiaal van tenminste één der suspensies althans
20 ten dele uit gehydrateerd aluminiumoxyde oftewel aluminiumhy-
droxyde bestaat.
5. Werkwijze in hoofdzaak volgens beschrijving
en/of voorbeelden.
6. Materiaal in hoofdzaak volgens beschrijving en/
25 of voorbeelden.

800 4627

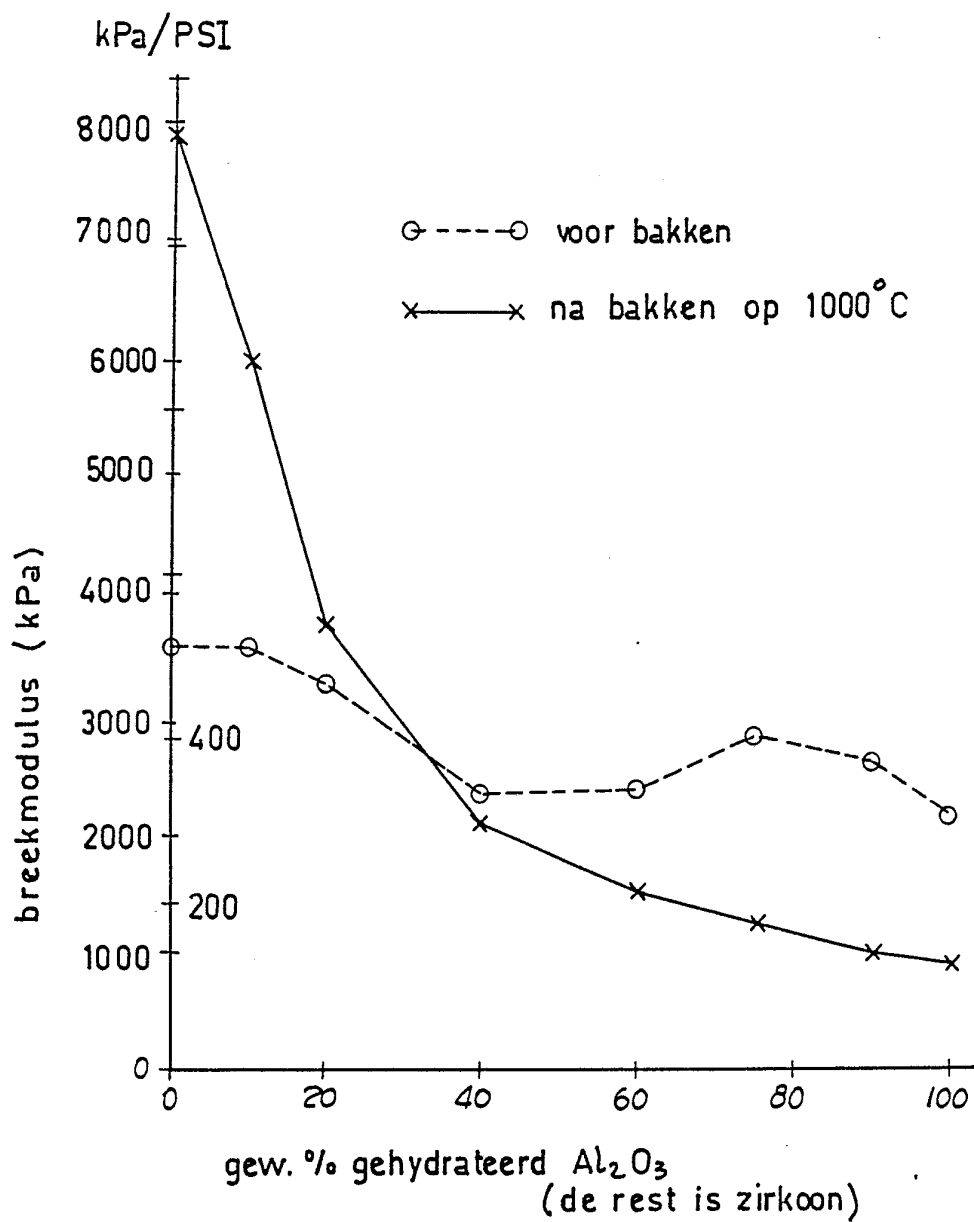


Fig. I

800 4627

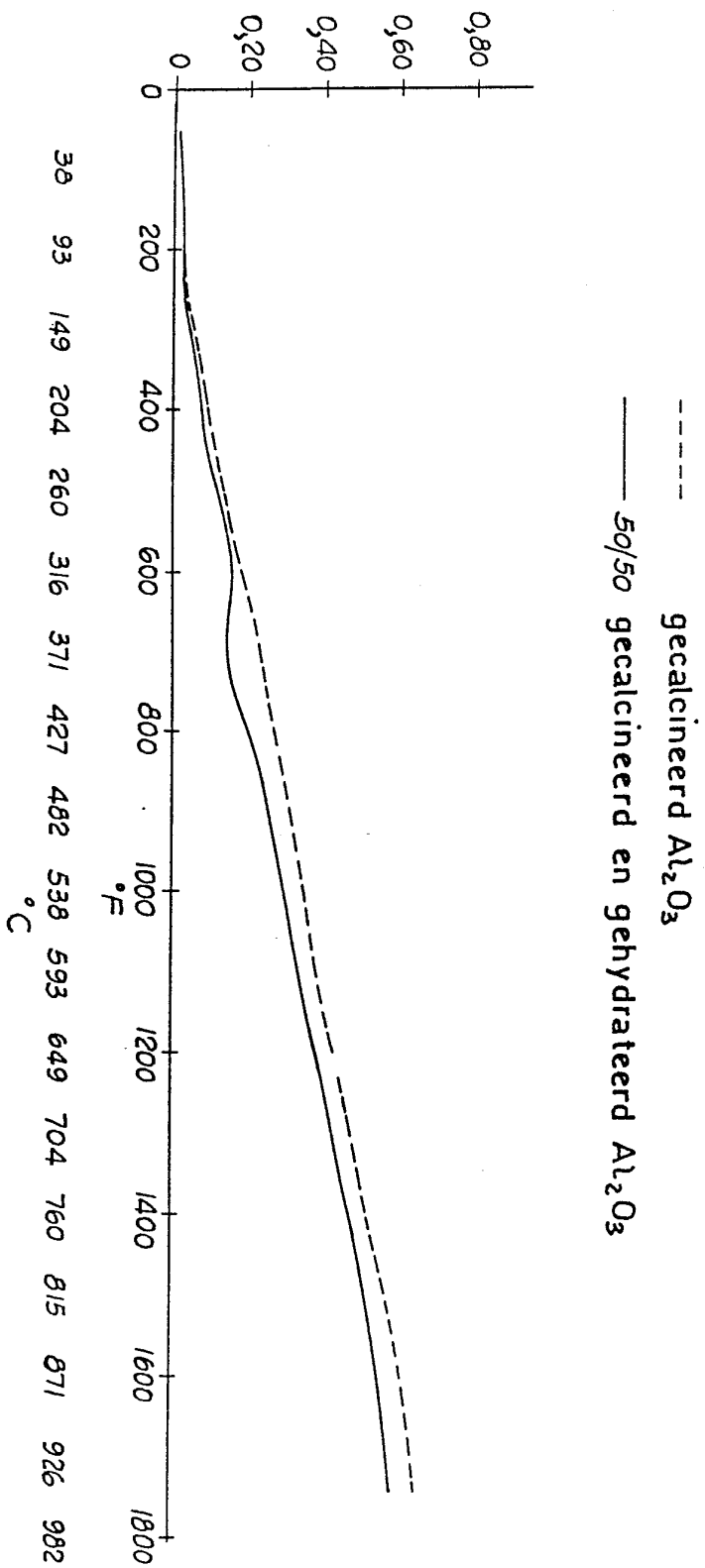


Fig. 2