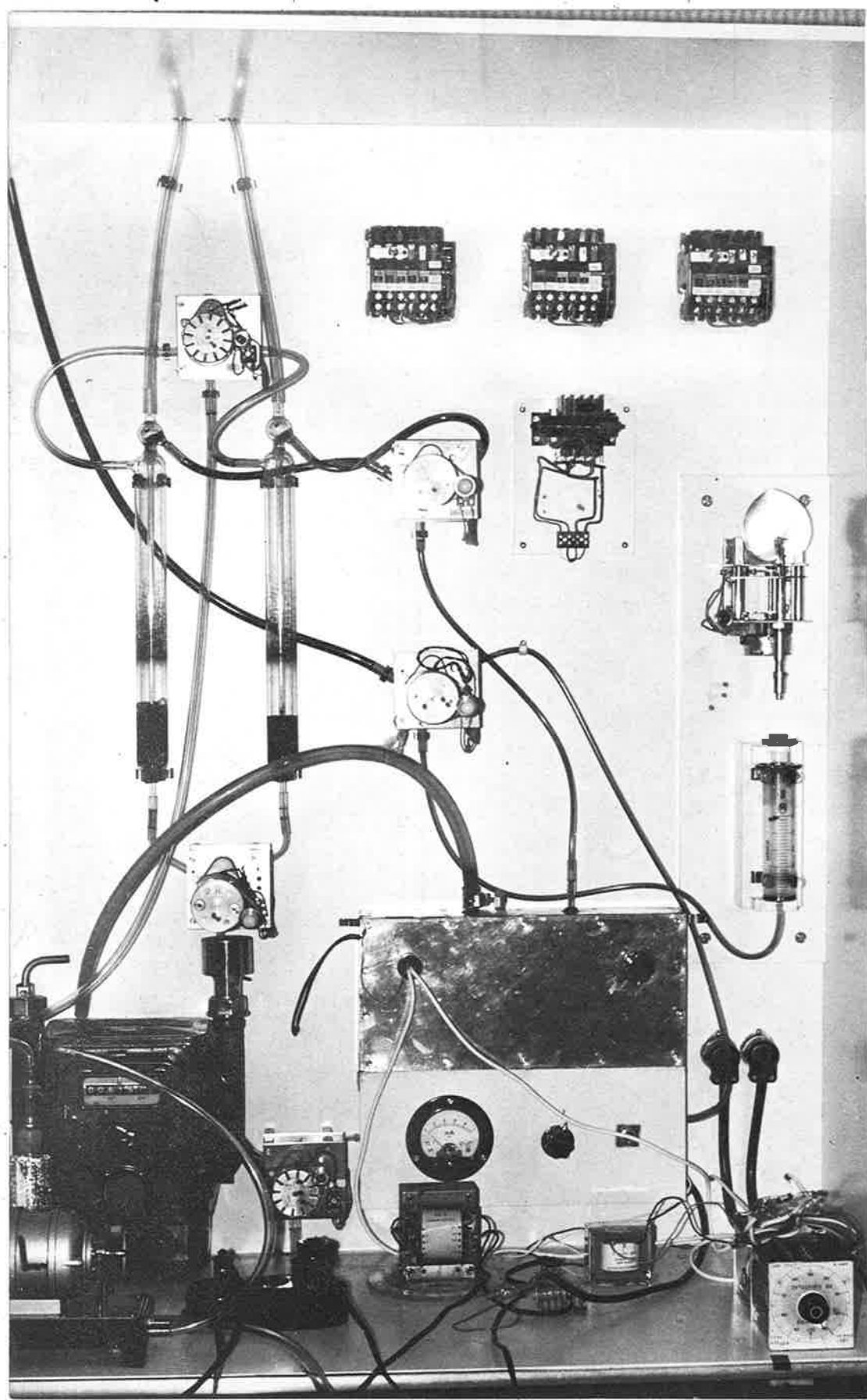




TNO **en het** **instrument**

Uitgave van de
**Nederlandsche Centrale Organisatie voor
Toegepast-Natuurwetenschappelijk
Onderzoek**

Juliana van Stolberglaan 148
's-Gravenhage
telefoon 070 - 81 44 81



INSTRUMENTATIE BIJ TNO

Bepaalde vragen, die TNO worden voorgelegd, zullen resulteren in de constructie van een instrument, andere niet.

De wetenschappelijke onderzoeker kent de problemen van de constructeur niet, wel zal hij deze zijn lijstje met wensen overhandigen. Over ergonomie, constructie, materiaalkeuze, e.d. zal de constructeur moeten oordelen.

Dat daarbij sprake is van een nauw contact met de onderzoeker, spreekt wel haast van zelf.

TNO beschikt over "know how" en praktische ervaring wat betreft de instrumentatie en constructie. Het construeren is een vak waarin jaren ervaring verdisconteerd zijn.

Wie zich bezig houdt met de constructie van een instrument zal hiervan kunnen profiteren.

De samenwerking met andere specialisten binnen TNO, staat borg voor de oplossing van welke problemen dan ook.

Waarom zou u ook niet uw problemen bij TNO neerleggen? Twee weten meer dan één.

TWEE WETEN MEER DAN EEN

- 6 lage aanloopsnelheid 3 cm/sec.
- 7 bestand tegen max. 4 m/sec.
- 8 slagvast cupframe i.v.m. het transport van voorwerpen bij de max. snelheid.
- 9 slijtvaste cupmolen i.v.m. de grote zanddichtheid.
- 10 eenvoudige uitwisselbaarheid i.v.m. primitieve omstandigheden op de meetplaats. (vlot)
- 11 lagering mag niet gevoelig zijn voor zand en slib.
- 12 geen soldeer- of lasverbindingen i.v.m. te verwachten corrosieproblemen.
- 13 het metaal R.V.S. (316) gebruiken tegen kunststof.
- 14 niet gevoelig voor algenaangroei.
(plaats van cupmolen minder dan 3 meter onder wateroppervlak.)
- 15 de aangroei van zeepokken op bewegende delen mag niet voorkomen.

Bovenstaand lijstje is een deel van een programma van eisen van één van de vele en gevarieerde opdrachten die binnenkomen.

Hier betreft het een grote zee-stromingsmeter, die gedurende enkele maanden continu op de bodem van de zee voor de westkust van Afrika moet draaien.

Het is duidelijk dat het niet voldoende is, dat de afdeling instrumentatie aangeeft welk meetprincipe de voorkeur heeft om een hard instrument (opnemer) te maken.

Er moeten ook materiaaltechnische en constructieve moeilijkheden worden overwonnen.

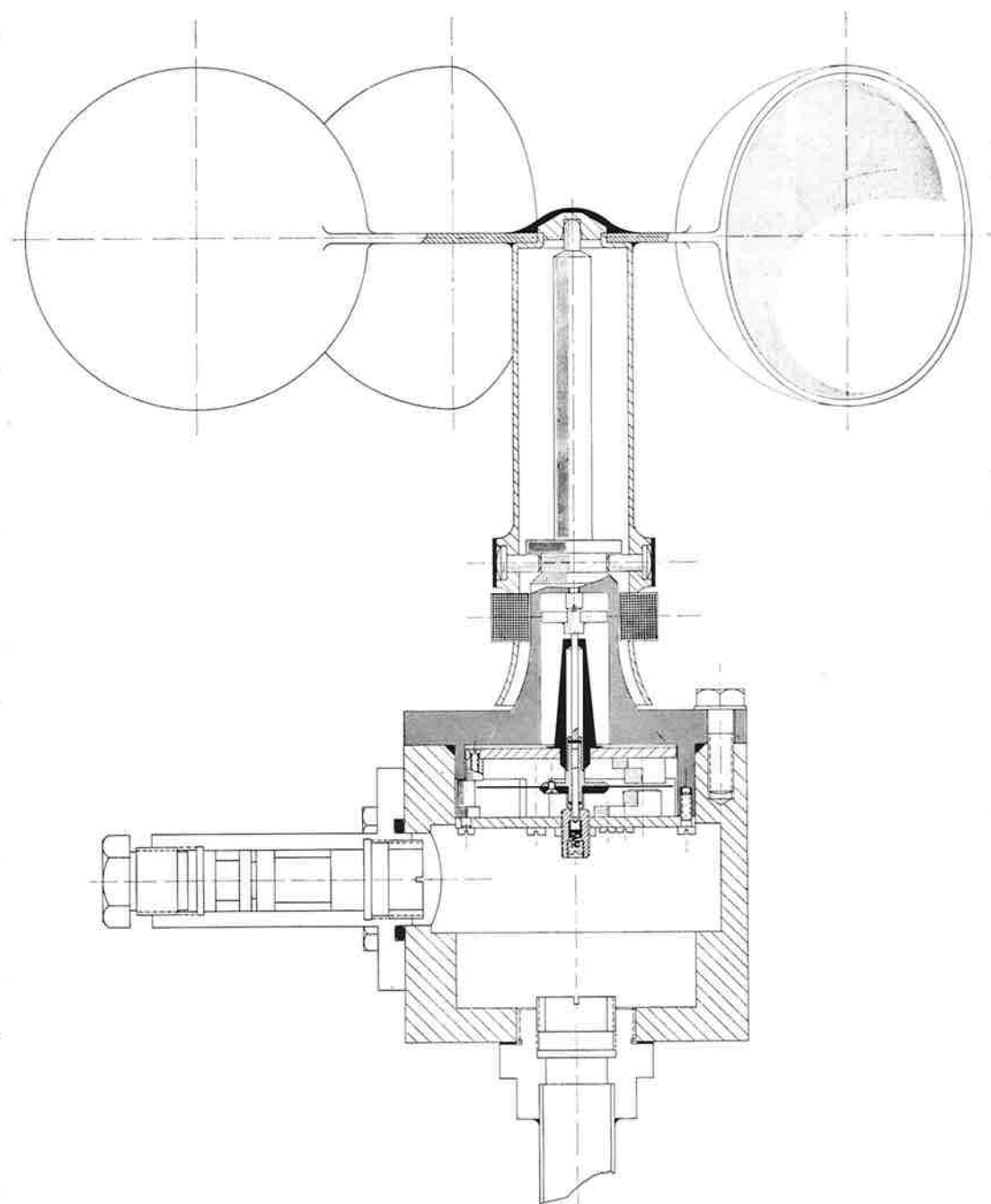
Hiervoor moeten specialisten geraadpleegd worden; in dit voorbeeld ook een bioloog i.v.m. de aangroei problemen.

Enkele eisen werden als volgt gerealiseerd:

(6-7) De cups en hun frame werden vervaardigd van een gewapende kunststof, waarvan het soortelijk gewicht praktisch overeenkomt met de dichtheid van het zeewater ter plaatse. Dit gezien de eis van de geringe aanloopsnelheid (3 cm/sec) en de relatief grote cups en het frame.

Metaal voldeed hier niet. Het zou zo dun gekozen moeten worden, dat mechanisch geen sterkte meer zou overblijven. De massa te verminderen door luchtkamers heeft in de praktijk grote bezwaren.

Om de aangroei van algen tegen te gaan en te voorkomen, dat zeepokken zich op de bewegende delen zullen vastzetten (14-15) werd de kunststof (2.5 delen epoxiehars) vermengd met koper.



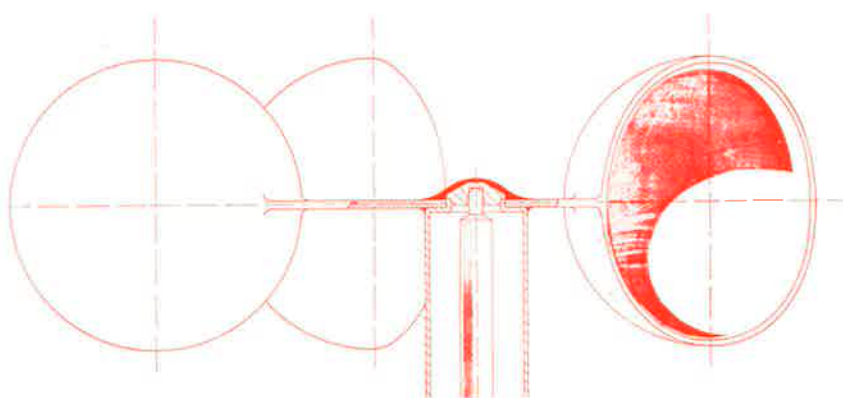
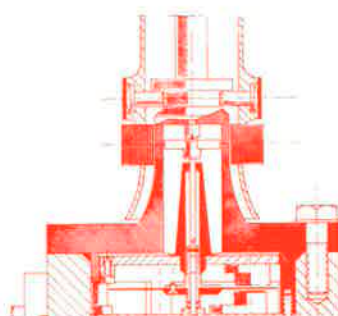
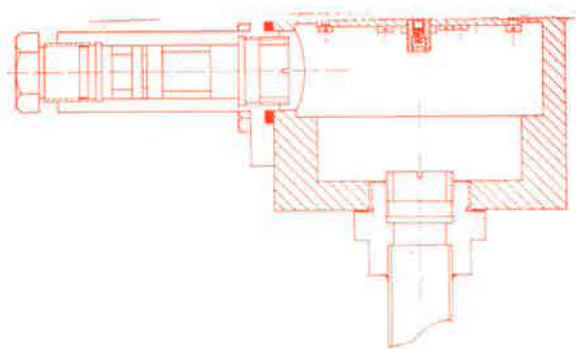
(11) Daar het bij het groter worden van de omtreksnelheid van de cupmolen verwacht moest worden dat het opstuwen van zand en slib in de koker van het cupframe zou toenemen met de mogelijkheid van zandafzetting op de steunpunten (slijtage) werd de onderzijde van de koker voorzien van een rok met de bedoeling een gewijzigd stromingsbeeld te krijgen op die plaats.

Proefondervindelijk werd bewezen dat door het vergroten van de buitendiameter aan de onderzijde van de koker de nu verkregen grotere omtreksnelheid een gunstiger verwerken van het binnentredende slib en zand tot gevolg had.

De draaiende beweging van de cups wordt via een magnetische koppeling overgebracht naar het signaalsysteem. Hiervoor werden ringmagneten opgenomen in het frame van de cups.

Enige van de eisen werden aldus gerealiseerd. Duidelijk blijkt, dat samenwerking met specialisten op velerlei gebied noodzakelijk was.

Immers twee weten meer dan een.



ZONESMELTEN AANZIENLIJK VERSNELD

Zonesmelten is een werkwijze voor het bereiden van zeer zuivere stoffen. Deze door Pfann gevonden methode kan op de volgende wijze beschreven worden.

Van de te zuiveren stof wordt een gieteling gemaakt van een langgerekte vorm. Dit geschiedt b.v. door de gesmolten stof te gieten in een schuitje of een cilindrische buis. Nadat de stof gestold is, wordt het schuitje of de buis met de stof in de lengterichting door een korte oven bewogen. Voor en achter de oven wordt koeling toegepast, zodat een gesmolten zone van beperkte lengte ontstaat. Bij een niet te snelle en gelijkmatige verplaatsing van de oven zal de stof die de oven binnentreedt smelten en de stof die de oven weer verlaat stollen.

Het resultaat is dus, dat een gesmolten zone (ongeveer van dezelfde lengte als de oven) zich van het ene uiteinde van de gieteling geleidelijk verplaatst naar het andere uiteinde. (De snelheid waarmede de gesmolten zone zich voortbeweegt zal verder aangeduid worden als "treksnelheid").

Wanneer de bewerking een aantal malen b.v. tien of twintig keer herhaald is, blijkt dat een groot deel van de stof aanzienlijk zuiverder is geworden en dat de verontreinigingen die in de oorspronkelijke stof aanwezig waren geconcentreerd zijn óf aan één óf aan beide uiteinden van de gieteling. Welk geval zich voordoet hangt af van de aard van de verontreinigingen.

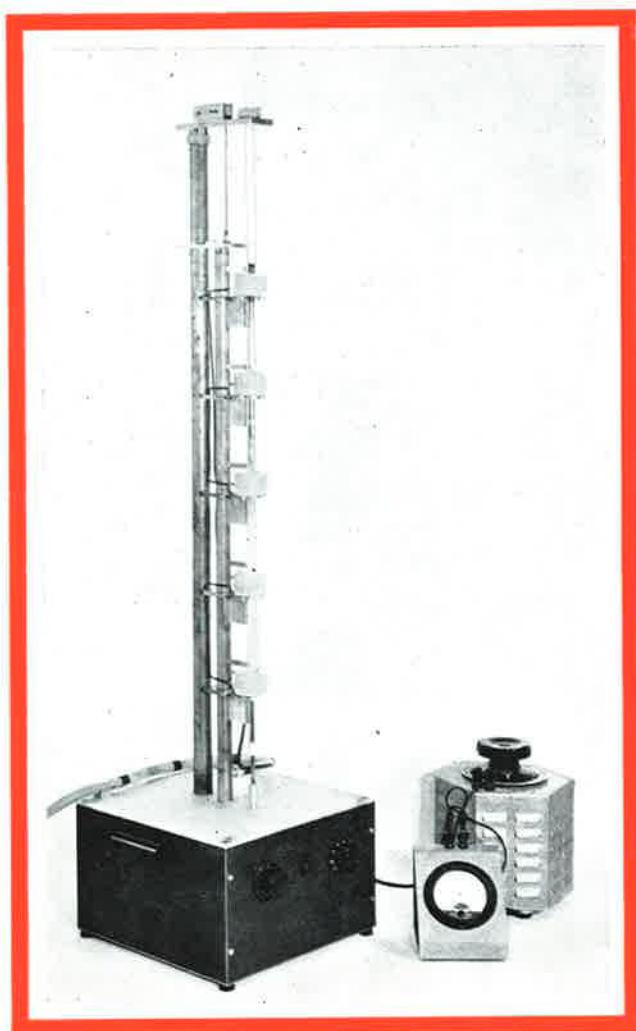
Door het proces te herhalen wordt steeds meer verontreiniging naar het uiteinde van de gieteling verplaatst, terwijl de gieteling over een steeds grotere lengte zuiverder wordt. Tenslotte wordt in de gieteling een concentratieverdeling bereikt die bij verdere herhaling van het proces niet meer verandert. Doorgaans is dan 70—90 % van het uitgangsmateriaal in zeer zuivere toestand gekomen.

Zonesmelten was een langzaam proces

Indien de zich vormende vaste stof een lager gehalte aan verontreiniging heeft dan de vloeistof waaruit zij ontstaat, moet zich in de grenslaag tussen vaste stof en vloeistof verontreiniging ophopen. Wordt deze verontreiniging niet afgevoerd naar de rest van de vloeistof dan zal de concentratie in de grenslaag spoedig zo hoog stijgen dat de zich vormende vaste stof dezelfde samenstelling krijgt als de rest van de vloeistof. Er is dus geen of geen effectieve zuivering mogelijk als er geen of onvoldoende transport van verontreiniging vanuit de grenslaag naar de rest van de vloeistof is.

Voor de afvoer van verontreiniging was men bij zonesmelten aangewezen op de diffusie en de convectiestromen die tengevolge van de heersende temperatuurverschillen in de vloeistof optreden.

Men heeft wel geprobeerd door trillen of roteren van de gieteling wat meer beweging in de vloeistof te brengen, doch het effect daarvan op de vloeistof in de grenslaag is maar beperkt. Het transport van verontreiniging uit de grenslaag vindt onder deze omstandigheden dan ook zeer langzaam plaats. Het zal duidelijk zijn dat de treksnelheid bij zonesmelten dientengevolge zeer laag moet zijn. Deze lag





dan ook tot nu toe in de orde van 1 cm per uur. Bedenkt men verder dat voor een effectieve zuivering vaak de passage van 20 of meer zones vereist en stelt men de lengte van de gieteling op 60 cm, dan leert een eenvoudige berekening dat met het zuiveren van b.v. 50 gram stof vele weken, ja zelfs maanden gemoeid kunnen zijn. Een tweede bezwaar van zonesmelten als zuiveringsmethode is dat de methode - als gevolg van problemen die zich voordoen bij de warmte toe- en afvoer - zich (nog) niet goed leent voor toepassing op grote schaal. De in de literatuur bekend gemaakte toestellen zijn geschikt voor het verwerken van enkele grammen tot circa 1 kg.

Zonesmelten binnen één werkdag

In deze situatie is thans, dank zij enige vindingen van een TNO-instituut een radicale wijziging ontstaan.

In dit instituut is een toestel ontwikkeld waarmee zowel in metalen als organische stoffen effectieve zuiveringen bereikt kunnen worden met treksnelheden tot circa 1 meter per uur.

Met dit toestel is het bijvoorbeeld gelukt om binnen 3 uur van 60 gram naphhtaleen dat verontreinigd was met Soedan III, 54 gram geheel van kleurstof te bevrijden. De treksnelheid bedroeg bij dit experiment 60 cm per uur.

Als ander voorbeeld kan genoemd worden de zuivering van bismuth dat verontreinigd was met antimoon. Het verloop van de zuivering werd gevolgd met behulp van een radioactieve tracer. Zelfs bij treksnelheden van 120 cm per uur bleek deze zuivering zo te verlopen alsof er geen diffusieproblemen waren.

Het toestel laat toe dat binnen 8 uur twintig gesmolten zones passeren door een gieteling van circa 70 cm lang en een doorsnede van circa 1 cm.

Het lijkt zeker niet onmogelijk het toestel te vergroten tot een capaciteit van circa 300 ml.

Het bereikte resultaat is het gevolg van een onderzoek dat enkele jaren in beslag genomen heeft. Op de daaruit verkregen vindingen is octrooi aangevraagd.

De voornaamste vinding heeft zoals duidelijk zal zijn betrekking op verbetering van het stoftransport vanuit de grenslaag naar de hoofdmassa van de vloeistof. Deze verbetering wordt verkregen door de gieteling, die in een cilindrische buis is opgesloten, aan een frequent onderbroken doch overigens snelle rotatie te onderwerpen.

PROEFDRIUKAPPARAAT AC 2

Ongeacht de techniek die wordt gebruikt is het voorspellen van de drukresultaten op papier buitengewoon moeilijk. Vroeger werd dit gedaan door een aantal eigenschappen van het papier te meten, zoals treksterkte, hardheid, doorslagtijd, gladheid enzovoorts. Door coördinatie van de uitkomsten van deze metingen trachtte men dan de drukeigenschappen te voorspellen. Indien men bedenkt dat het niet altijd zeker is dat een bepaald toestel ook inderdaad de eigenschap meet waarvoor dit toestel is geconstrueerd, is het niet te verwonderen dat deze werkwijze niet alleen langdurig is, maar ook onzeker. De beste methode om het papier op drukeigenschappen te beproeven, is dan ook het bedrukken zelf. Deze methode is echter kostbaar en tijdrovend terwijl de omstandigheden tijdens het drukken moeilijk controleerbaar zijn.

Uitgaande van de beproefde constructie van het I.G.T. standaard-bedrukbaarheids-toestel, waarvan er al meer dan duizend over de gehele wereld in gebruik zijn, is thans een geheel nieuw toestel AC 2 *) geconstrueerd. Dit kan beschouwd worden als het meest universele-bedrukbaarheidstoestel dat denkbaar is voor de grafische en toeleveringsbedrijven t.w. papier- en drukinktindustrie.

Daarom is een toestel geconstrueerd dat deze moeilijkheden opheft. Inktlaagdikte, drukspanning, legger en druksnelheden kunnen goed constant worden gehouden of snel worden veranderd. Er wordt slechts weinig papier en inkt gebruik; het resultaat is binnen korte tijd bekend.

Werking

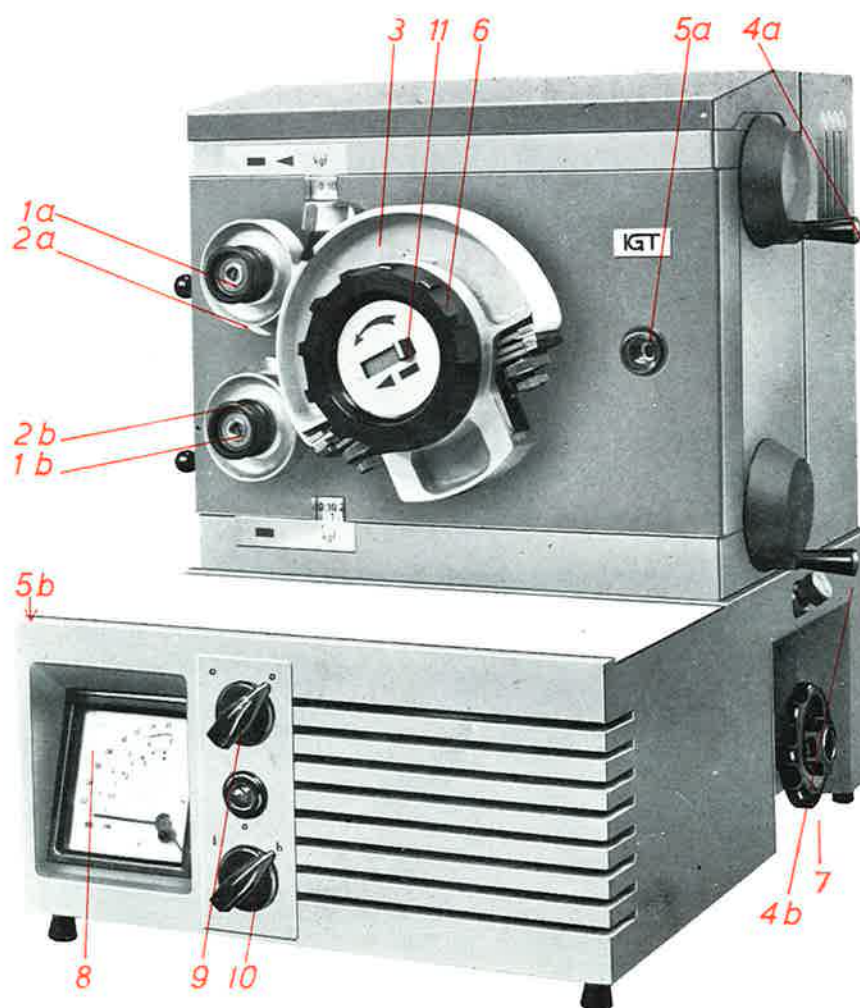
Het toestel (zie afbeelding) is voorzien van twee drukschijfassen 1a en 1b. Het is daardoor zowel geschikt voor het drukken van één kleur als voor het drukken van twee kleuren over elkaar (nat-in-nat). Bij het drukken van één kleur wordt de ingeïnkte drijfschijf 2 op één van de twee assen geplaatst. Deze schijf rolt dan af tegen de druksector 3, die voorzien is van een legger en van het te bedrukken papier, waardoor de druk tot stand komt. Door het gebruik van motoraandrijving is de produktiviteit van dit toestel bijzonder hoog.

Met een eenvoudige handgreep kan het toestel van eenparige op versnelde druksnelheid worden omgeschakeld.

De afstand tussen de druklijnen van de twee drukschijven is over de sector gemeten 7 cm. De sector heeft een lengte van 27 cm. Bij het maken van een druk met constante snelheid kan zowel van de bovenste als van de onderste as gebruik worden gemaakt. Bij het maken van een druk met toenemende snelheid moet echter de bovenste as 1a worden gebruikt. Het toestel is zodanig geconstrueerd dat bij nat-in-nat drukproeven in één drukgang een afdruk wordt verkregen, waarop de gebruikte kleuren afzonderlijk en in combinatie voorkomen. De tijdsafstand tussen de eerste en de tweede druk is, afhankelijk van de snelheid, ongeveer 1/3 tot 1/60ste seconde.

De kracht waarmee de beide schijven 2a en 2b tegen de sector rusten, kan respectievelijk door de spanningsregelaars 4a en 4b worden ingesteld. De maximale kracht is 80 kg.

In de afbeelding staat de sector in startpositie. Dit wordt aangegeven door de start-



Bijzonderheden	Bedrukbaarheids toestel	Ininkttoestel
Gewicht :	ca. 100 kg	23,1 kg
Hoogte :	48,5 cm	22,5 cm
Breedte :	46 cm	37 cm
Diepte :	49 cm	46 cm
Spanning :	3 x 380 V wisselstroom + aarde. 50 perioden 900 V.A. Voor andere voltages is een transformator nodig (wordt niet bijgeleverd). Voor 60 perioden moet het ingangsvoltage zijn 3 x 440 V wisselstroom.	220 V wisselstroom 50 of 60 perioden voor aansluiting op het bedrukbaarheids toestel. 110 V wisselstroom 50 of 60 perioden op verzoek. In dat geval kan het uitgangsvoltage niet worden gebruikt.

knop 5a die in deze positie wordt verlicht. De sector kan met de hand door de kartelring 6 in deze positie worden gebracht. Door het gelijktijdig indrukken van de knoppen 5a en 5b wordt de beweging in gang gezet.

Druksnelheid

De snelheid kan worden geregeld met de snelheidsregelaar 7, en kan worden afgelezen op de snelheidsschaal 8. Hierbij zijn twee snelheidsbereiken mogelijk, die door de keuzeschakelaar 10 worden bediend (9 is de hoofdschakelaar). Om

van constante snelheid naar toenemende snelheid over te gaan of omgekeerd, moet de keuzeschijf 11 worden bediend. Het teken ■ betekent constante snelheid, terwijl ◀ toenemende snelheid voorstelt.

De snelheid kan worden gevarieerd van 20 cm/sec tot 400 cm/sec (40 ft/min - 800 ft/min). Bij toenemende snelheid is een continue variatie van de eindsnelheid mogelijk tussen 50 cm/sec en 400 cm/sec (100 ft/min tot 800 ft/min). De snelheidstoename is recht evenredig met de draaiing van de sector. Hierdoor wordt de nauwkeurigheid van de plukproeven belangrijk verhoogd ten opzichte van toestellen, die niet door een motor worden aangedreven. De drukspanning heeft geen invloed op de snelheid. De schijven hebben een breedte van 10, 20 en 32 mm.

Het toestel kan met een of twee drukschijven gebruikt worden. Alle proeven, die mogelijk zijn op het standaard-bedrukbaarheidstoestel, kunnen ook op dit nieuwe toestel worden uitgevoerd nu echter met de keuze van constante of constant toenemende snelheid: plukproeven, densiteit en kleur van een inkt, gladheid van het papier etc.

Het gebruik van de tweede drukschijf is van bijzonder belang voor het testen van de nat-in-nat druk of als het overzetten van de natte inktlaag bij rotatiepersen gemeten moet worden. De afstand tussen de druklijnen van de twee drukschijven is 7 cm, hetgeen betekent dat de tweede druk binnen 1/3 seconde tot ongeveer 1/60ste seconde na de eerste druk gemaakt kan worden.

De lengte van de sector is 27 cm. Bij nat-in-nat druk bestaat de druk uit drie delen: de eerste kleur over 7 cm, dan over 13 cm om twee kleuren over elkaar en tenslotte over de laatste 7 cm om alleen de tweede kleur.

De sector heeft een breedte van 3,5 cm, waardoor het mogelijk is met een bredere drukschijf te drukken dan tot nu toe het geval is. De 1 en 2 cm schijven kunnen normaal op het toestel gebruikt worden.

De drukspanning van de twee drukschijven kan naar keuze geheel onafhankelijk van elkaar ingesteld worden en wel van 0 tot 80 kg. Deze waarden kunnen voor beide schijven op het toestel afgelezen worden.

Voor het maken van een afdruk is het slechts nodig een verlichte knop in te drukken.

Aan een trillingsvrije drukspanning en druksnelheid is veel aandacht besteed, waardoor het gelukt is dit verschijnsel met de daaraan verbonden nadelen tot een minimum terug te dringen.

DRUKMETER GESMOLTEN KUNSTSTOFFEN

In een van de TNO-instituten werd een drukmeter ontwikkeld, geschikt om de druk in een verwerkingsmachine voor gesmolten kunststoffen te bepalen.

De drukmeter bestaat uit een dikwandige stalen buis, gevuld met een vloeistof (siliconenolie) als drukoverbrengend medium en voorzien van een dunwandig gedeelte, waarop rekstrookjes geplakt zijn. Als scheiding tussen deze vloeistof en de smelt in de verwerkingsmachine dient een plunjer met beperkte verplaatsingsmogelijkheid. Met behulp van een zuiger kan op de vloeistof in de buis een voorspanning aangelegd worden. Als bescherming tegen verhitting bevindt zich een koelmantel tussen de aansluiting op de machine en het meetgedeelte.

Kenmerkende eigenschappen:

1. Geen nulpuntsdrift.
2. Ongevoelig voor temperatuurveranderingen.
3. Kleine responsietijd.
4. Ruim meetbereik met grote nauwkeurigheid.
5. Geen invloed van het aanzetkoppel bij montage van de drukmeter in de machine.

Inleiding

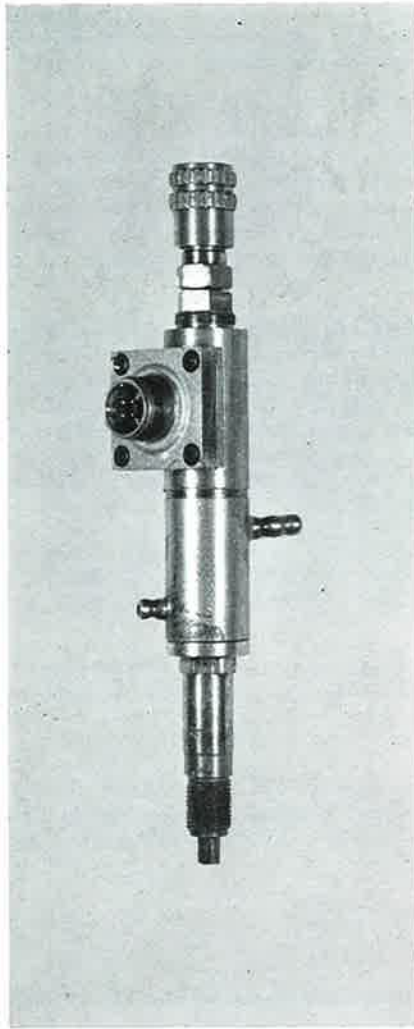
Bij de verwerking van kunststoffen is het onder andere in verband met de kwaliteit van het eindprodukt belangrijk, informaties in te winnen over de omstandigheden waaronder deze stoffen verkeren. Belangrijke gegevens hiervoor zijn temperatuur en druk van het materiaal in de machine. In dit artikel wordt aandacht gewijd aan het meten van drukken in een extruder.

De maximale drukken, welke in het algemeen optreden, liggen in de orde van 1000 at. De verwerkingstemperaturen liggen meestal in de buurt van 200° C. De constructie van een voor dit doel geschikte drukmeter moet bestand zijn tegen deze hoge drukken en temperaturen. De meetnauwkeurigheid moet in een groot gebied, liefst van 0-1000 at. goed zijn, omdat niet altijd te voorspellen is welke maximale druk zal optreden.

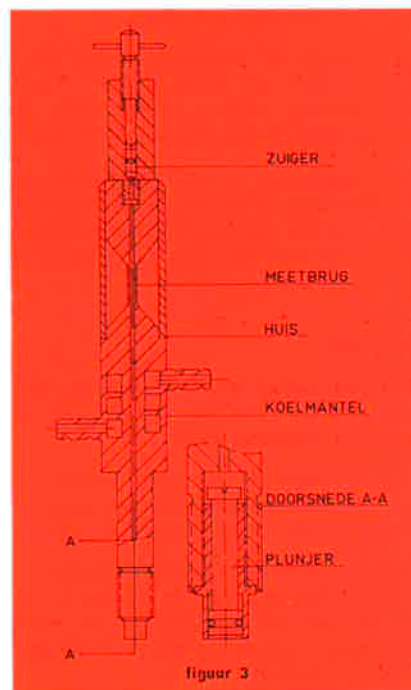
Storingen in de drukmeting op een extruder treden vaak op als gevolg van periodieke temperatuurveranderingen, welke ontstaan door het automatisch regelen van de wandtemperaturen. Door de resultaten, die met de tot nu toe in gebruik zijnde en met de nieuw geconstrueerde manometers zijn verkregen, met elkaar te vergelijken, is men in staat voor- en nadelen van diverse constructies aan te geven.

De nieuwe plunjer-drukmeter

Het ontwikkelde meetinstrument is weergegeven in fig. 3. In principe bestaat het uit een cylindrisch lichaam met een axiale boring, bevattende een plunjer, een vloeistof om de druk over te brengen, een meetgedeelte en een zuiger. Ter bescherming van het meetgedeelte is een koelmantel aangebracht.



figuur 1



figuur 3

Het manometerlichaam is een dikwandige stalen buis met over de gehele lengte een axiale boring van 3 mm. In het gedeelte dat in de extruder gemonteerd wordt (doorsnede A-A), bevindt zich een kleine cylinder met plunjer.

Deze cylinder is met behulp van een schroefdraad bevestigd. In de buurt van het andere einde is de dikwandige buis over een gedeelte tot een wanddikte van ongeveer 0,9 mm afgedraaid. Op deze plaats zijn rekstrookjes voor de meetbrug aangebracht. Hier wordt de deformatie van het dunwandige gedeelte van de buis gemeten. Deze is een maat voor de druk, waaronder de in de buis aanwezige vloeistof zich bevindt. Het zal duidelijk zijn dat de te meten deformaties zeer klein kunnen worden gehouden. Dit is, zoals reeds opgemerkt, een gunstige eigenschap van de membraanmanometers.

De plunjer is aan één zijde in direct contact met de gesmolten kunststof in de extruder, aan de andere zijde met de vulvloeistof van de drukmeter. Belangrijk is, dat de wrijving tussen plunjer en wand tot een minimum beperkt wordt en tegelijkertijd een goede afdichting behouden blijft. Dit is bereikt door gebruik te maken van een „Viton” O-ring. Deze relatief zachte O-ring van synthetische rubber die tegen hoge temperaturen bestand is, wordt niet beschadigd omdat aan beide zijden van de plunjer gedurende de meting dezelfde druk heerst. Een afdichting met „Teflon” voldoet in de praktijk eveneens.

Voor het opbouwen van een druk in de vulvloeistof is een bepaalde plunjerverplaatsing noodzakelijk. Deze verplaatsing moet zo klein mogelijk zijn. Dit is te bereiken door een grote plunjerdiameter (6 mm in de gegeven constructie) en een zo klein mogelijk vulvolume.

Een zuiger is aangebracht om de vulvloeistof een bepaalde voorspanning te geven, zoals dit reeds bij de Bourdon-manometer is beschreven. Wanneer de voorspanning slechts weinig onder de te meten druk ingesteld wordt, zal de plunjerverplaatsing extreem klein zijn.

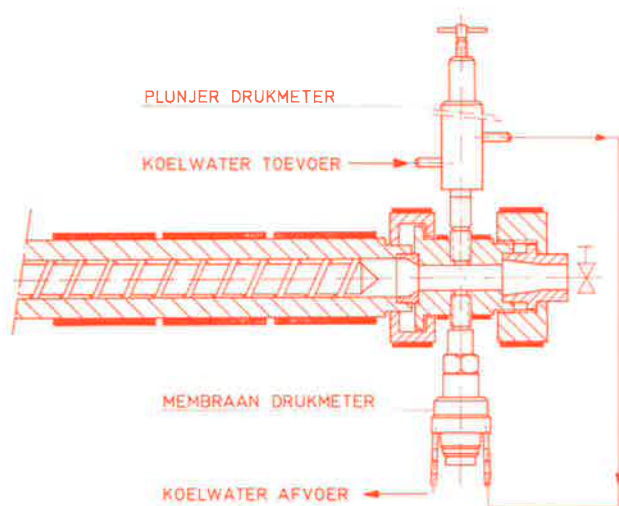
Als vulvloeistof is een siliconenolie gekozen vanwege zijn bestendigheid bij hoge temperaturen. Het volume van deze vulvloeistof is zoveel mogelijk beperkt door dode ruimten in het manometerlichaam te vermijden en alle kanaaltjes met een zo gering mogelijke doorsnede uit te voeren.

Metingen

Om een indruk te krijgen van de geringe temperatuurafhankelijkheid van de plunjerdrukmeter werd een vergelijking gemaakt met een membraandrukmeter onder dezelfde omstandigheden.

Figuur 2 toont de opstelling. Beide manometers werden tegenover elkaar op het kanaal aangesloten, waardoor een gesmolten kunststof stroomde. De druk en de temperatuur in dit kanaal werden zo goed mogelijk constant gehouden.

Beide drukmeters werden gelijktijdig door een luchtstroom uitwendig convectief gekoeld. Figuur 3 geeft de resultaten bij een sterkere en een zwakkere luchtstroom. De rechter lijn laat duidelijk de afwijkingen zien die ontstaan in de membraandrukmeter, terwijl de plunjermanometer (linker lijn) in het geheel niet op luchtkoeling reageert.



figuur 2

VERGELIJKING

	Plunjerdrukmeter	Membraandrukmeter
Lineariteit en hysteresis	0,5 % v.s.*	1,6% v.s.
Reproduceerbaarheid	0,15 v.s.	0,5% v.s.
Afwijking door convectie	niet gevonden	Fig. 3. tot 50% v.s.
Afwijking door temperatuurverandering inwendig (nulpuntsdrift)	niet gevonden	8% v.s. per 100° C
Afwijking door waterkoeling	niet gevonden	8% v.s. per graad C
Afwijking door aanzetkoppel	niet gevonden	0,75% v.s. per kgm

*) v.s. = volle schaalbereik

RÖNTGENOGRAFISCHE SPANNINGS-METING

Op het gebied van spanningsmeting zijn snelle vorderingen gemaakt door de ontwikkeling van de rekstrooktechnieken. De meting van plaatselijke spanningstoestanden, zoals eigenspanningen, zijn van groot praktisch belang maar waren moeilijk uitvoerbaar. Enkele processen, die een ernstige bedreiging kunnen vormen - spanningscorrosie en vermoeiing, beginnen met een sterke voorkeur aan het oppervlak. De enige methode, die niet-destructief kon worden toegepast is de röntgenografische spanningsmeting, gebaseerd op de röntgendiffractie.

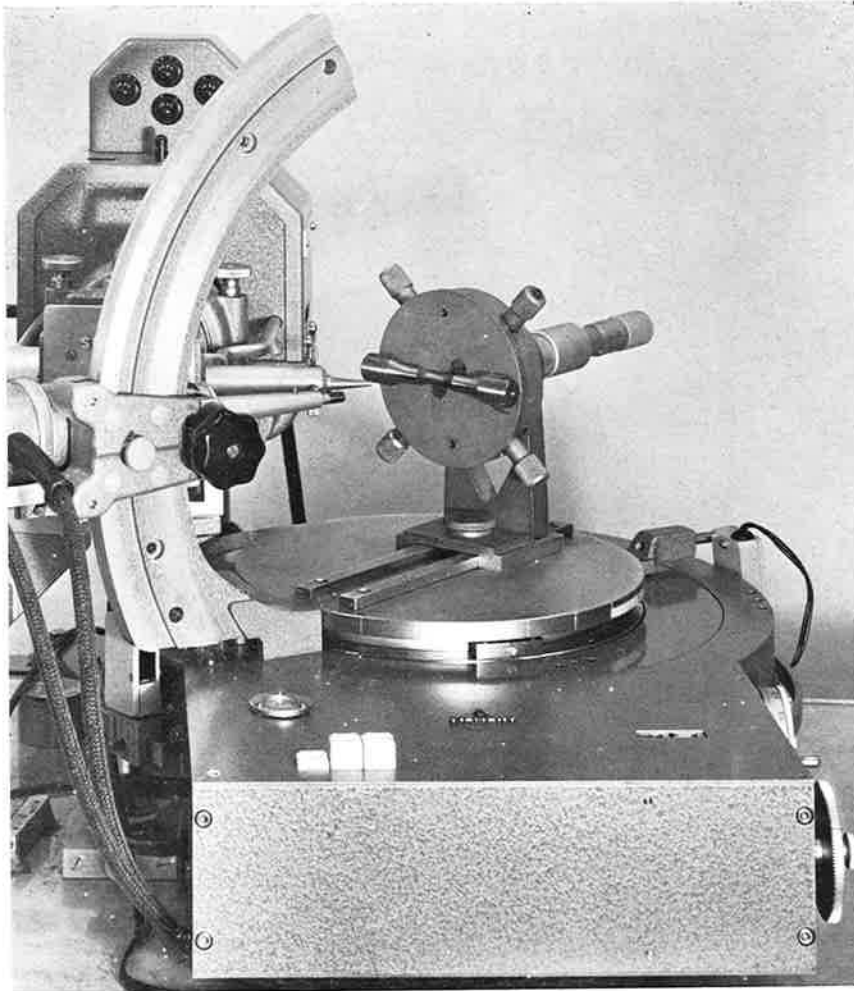
De verstrooiing van röntgenstraling aan een kristallijn materiaal vormt namelijk een bijzonder nauwkeurige methode voor de bepaling van afstanden tussen de atomen van het rooster. De meest bekende toepassing van dit diffractieverschijnsel is de opname volgens Debye Scherrer, die gewoonlijk gebruikt wordt ter identificatie van kristallijne materialen. In dat geval wordt het kristallijne materiaal als ideaal beschouwd, waarbij dus alle atomen de theoretische plaatsen in het rooster bezetten.

Indien het materiaal onder spanning wordt gebracht zal de rek die macroscopisch optreedt, zich op atomaire schaal merkbaar maken als een vergroting van de atoomafstanden in de trekrichting, resp. verkleining van de afstanden in de drukrichting. Deze veranderingen in het kristalrooster geven geringe afwijkingen in het Debye Scherrer patroon. Door meting van de afwijkingen kunnen de rekken naar grootte, teken en richting worden bepaald. Zoals alle spanningsmetingen is de röntgenografische spanningsmeting dus in feite een rekmeting, waarbij uit de rek en de elasticiteitsmodulus een spanning wordt berekend.

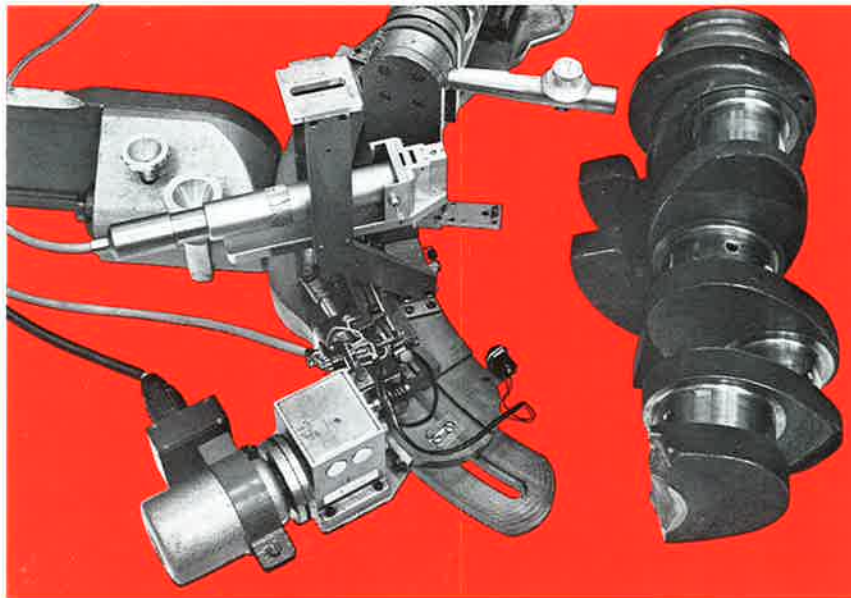
De te meten effecten zijn slechts gering, de hoekverplaatsingen van de diffractielijnen bedragen ten hoogste enkele graden, zodat hoge eisen worden gesteld aan de meetopstelling. De klassieke fotografische registratie schiet hier te kort in nauwkeurigheid, hoewel deze methode wel wordt toegepast op grote werkstukken, die niet op de röntgenapparatuur kunnen worden geplaatst. Voor kleine objecten wordt steeds een telbuisopstelling gebruikt.

Op deze wijze zijn reeds vele metingen verricht, bijv. spanningsmetingen aan ver-spanend gereedschap met ingesoldeerde hardmetalen snijplaten. Hierbij is gebleken dat door het solderen aanzienlijke spanningen op het hardmetaal kunnen optreden, die zelfs tot breuk in het hardmetaal kunnen leiden. Aan de vraag naar spanningsmetingen op grotere werkstukken kon tot voor kort echter niet worden voldaan.

Het Max-Planck Instituut in Stuttgart heeft in de afgelopen jaren een verplaatsbare goniometer ontwikkeld, die geschikt is voor metingen aan grote werkstukken. Met dit laboratorium heeft het Metaalinstituut een overeenkomst gesloten tot verdere



Laboratoriumopstelling voor de meting van bewerkingsspanningen in een proefstaaf.



Detailopname van de mobiele goniometer voor metingen aan constructies.

ontwikkeling van het instrument, waarbij het de bedoeling is uit het laboratorium-instrument een technisch apparaat te ontwikkelen dat geschikt is voor routinemetingen. In het huidige stadium kunnen grote werkstukken op het Mataalinstituut met een nauwkeurigheid van enkele kgf/mm^2 worden onderzocht.

Verscheidende bedrijven hebben zeer snel het belang van deze methode ingezien, zodat reeds enkele opdrachten met de nieuwe apparatuur zijn uitgevoerd. Onder-tussen wordt gewerkt aan de vereenvoudiging van de bediening en aan een transportabel generator- en meetgedeelte, waardoor het mogelijk zal worden aan niet-verplaatsbare constructies te meten.

De röntgenografische spanningsanalyse zal ondanks de verbeteringen die kunnen worden aangebracht waarschijnlijk altijd een moeilijke meetmethode blijven, die hoge eisen stelt aan de onderzoeker en aan de apparatuur. De vele storende in-vloeden, die hier niet besproken zijn, eisen n.l. een zeer kritische beschouwing van de resultaten door een deskundige.

Het grote belang van de absolute spanningsmeting aan constructies rechtvaardigt echter in vele gevallen het gebruik van deze röntgenografische techniek. De actieve interesse die het bedrijfsleven reeds getoond heeft voor deze nieuwe mogelijk-heden, bewijst dat wij in deze mening niet alleen staan.

METING SO₂ IN DE ATMOSFEER

Eén van de belangrijkste algemeen voorkomende gasvormige luchtverontreinigingen is het zwaveldioxyde, dat vrijkomt bij de verbranding van o.a. steenkool en stookolie.

Om een indruk te krijgen omtrent het verloop per etmaal van de SO₂-concentratie in de atmosfeer op een bepaalde plaats, bijvoorbeeld gedurende een jaar, en om dit verloop te kunnen correleren met meteorologische en mogelijke andere omstandigheden, werd een apparaat ontwikkeld, dat volautomatisch over ieder half uur de gemiddelde SO₂-concentratie van de aangezogen buitenlucht meet en registreert.

Principe

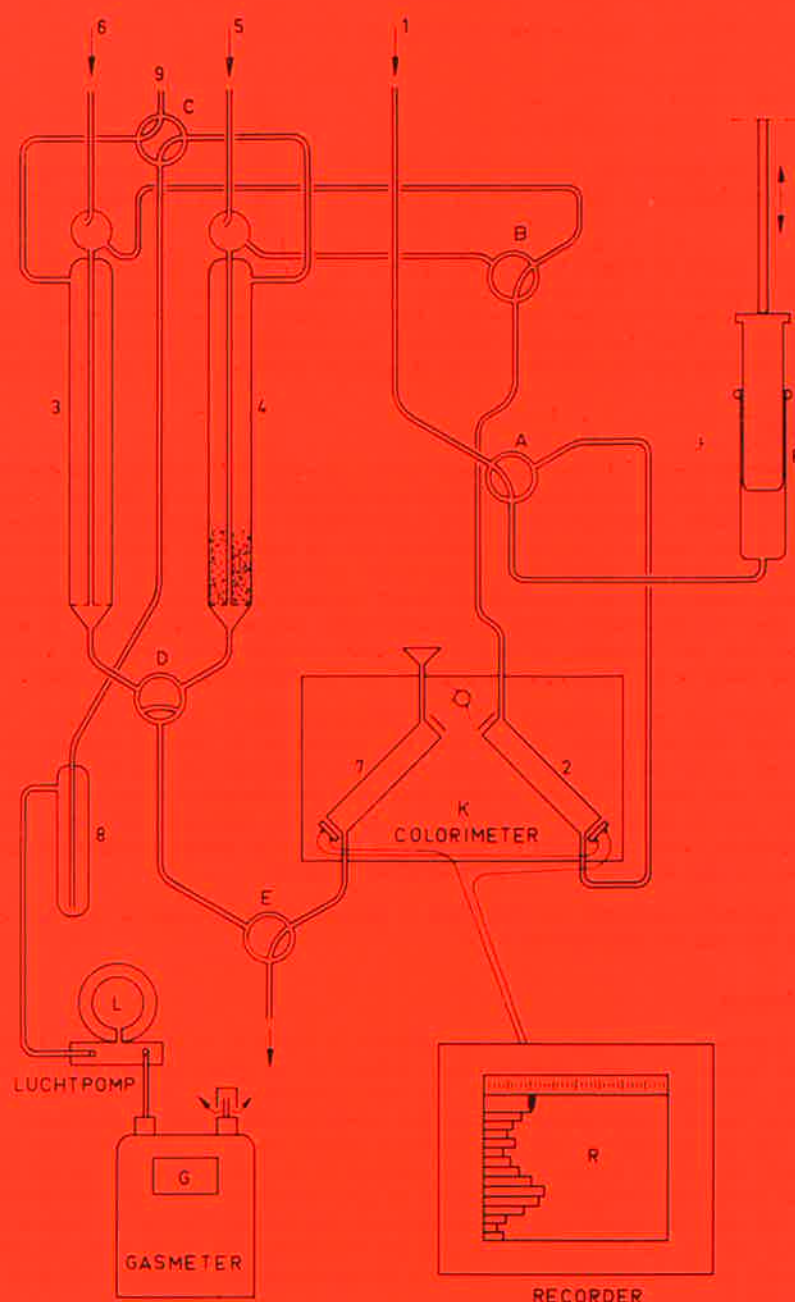
De bepaling bestaat uit een chemische reactie, gevolgd door een fysische meting. Als reagens dient een blauwe jodium-kaliumjodidestijfse oplossing met een nauwkeurig gestelde jodiumconcentratie die colorimetrisch wordt gemeten. Dit reagens wordt in een reactievat in contact gebracht met de buitenlucht, waardoor een van de SO₂-concentratie afhankelijke gedeeltelijke ontkleuring van het donkerblauwe reagens plaats vindt. Het kleurverschil tussen de nieuw ontstane en de oorspronkelijke kleur van het reagens wordt in een colorimeter foto-elektrisch gemeten en door middel van een recorder op een papierstrook geregistreerd. Door een voorafgaande ijking is de SO₂-concentratie direct van de registratiestrook afleesbaar.

Het meetbereik wordt bepaald door de jodiumconcentratie van het reagens. De maximum SO₂-concentratie die gemeten kan worden is die waarbij volledige ontkleuring van het blauwe reagens plaats vindt. Het meetbereik kan dus binnen zekere grenzen naar behoefte worden gekozen door de jodiumconcentratie van het reagens daarbij aan te passen. De recorder moet zó worden ingesteld, dat een volle schaaluitslag wordt verkregen bij het grootst mogelijk te meten kleurverschil, dus tussen volledig ontkleurd reagens en origineel reagens.

Het maximum meetbereik van het thans in gebruik zijnde apparaat is ingesteld op 2 mg SO₂ per m³ gemonsterde lucht.

Beschrijving

Een schema van het apparaat is weergegeven in figuur 1. A, B, C, D en E zijn glazen kranen, die door elektromotoren telkens in de juiste positie worden gedraaid. De commandopulsen komen van een schakelwals die het volledige programma van de cyclus omvat en door een synchroonmotor wordt aangedreven. F is een glazen injecteur met een maximum inhoud van 50 ml die dient voor het doseren (27 ml) en injecteren van het reagens in de reactievaten (3) en (4). De zuiger wordt elektromagnetisch bewogen en gecommandeerd door de schakelwals. L is een door een synchroonmotor aangedreven membraanluchtpomp die gedurende elk half uur 42 liter buitenlucht door één der reactievaten (3) of (4) zuigt. Eénmaal per week wordt de capaciteit van pomp L gecontroleerd met behulp van de geijkte gasmeter G.



Wasfles (8) bevat een oplossing van natriumthiosulfaat en dient om sporen jodium te vernietigen, ter bescherming van luchtpomp L en gasmeter G.

Het reagens wordt uit een voorraadvat via leiding (1) en kraan A in de injecteur F gevoerd en daarmee gedoseerd.

Injecteur F perst het reagens via kraan A, die inmiddels in een andere positie is gedraaid, door referentiecel (2) van de colorimeter - die op deze wijze dus elk half uur met vers reagens wordt doorgespoeld - en via keuzekraan B in reactievat (3) of (4). Keuzekraan B wordt telkens automatisch in de juiste stand geplaatst om dat reactievat te vullen, dat niet aan het monsteren en dus leeg is.

De buitenlucht wordt door kanaal (5) of (6) aangezogen en komt via een buis onder de geperforeerde bodem van het gevulde reactievat. Door de onderdruk boven het reagens borrelt de lucht hier doorheen, waarbij aanwezig SO_2 voor praktisch 100 % wordt gebonden. De wat SO_2 betreft „uitgewassen" lucht passeert verder via kraan C wasfles (8) en komt door de aanzuigopening in membraanluchtpomp L. De persopening van de pomp, waardoor de lucht weer uittreedt, kan op gasmeter G worden aangesloten voor periodieke controle van de capaciteit.

Deze capaciteit kan bijvoorbeeld door vervuiling van de zeer fijne gaasfilters teruglopen. In dit geval wordt de pomp praktisch zonder tijdverlies vervangen door een ander exemplaar en schoongemaakt.

Om een aaneengesloten halfuurlijkse monsterneming mogelijk te maken, zijn twee reactievaten aanwezig (3) en (4). Als bijvoorbeeld (4) aan het monsteren is, wordt het reagens uit (3) van de voorafgaande monsterneming via de kranen D en E in meetcel (7) van de colorimeter geleid, waarna de kleurverschilmeting plaats vindt. Deze meting en de daarop volgende registratie vindt dus slechts eenmaal per half uur plaats. De recorder geeft de gemeten SO_2 -concentratie weer in de vorm van een rechthoekje, waarvan de korte zijde het halfuursinterval voorstelt en de lange zijde de gemiddelde SO_2 -concentratie aangeeft in mg per m^3 aangezogen lucht over dat half uur.

Na de meting wordt het reagens uit meetcel (7) van de colorimeter via de inmiddels weer in de daarvoor juiste positie gedraaide kraan E afgevoerd.

De bovenste aftakking (9) van kraan C is een ontluchting, die nodig is voor het vullen en aftappen van de reactievaten. Kraan C schakelt elk half uur de verbinding met de luchtpomp over van het ene reactievat op het andere, waarbij tegelijkertijd ook de ontluchting wordt omgeschakeld.

ONEENPARIGHEIDSMETING

Voor het meten van de oneenparigheid van draaiende assen wordt wel gebruik gemaakt van tachogeneratoren. Van een tachogenerator is de afgegeven spanning evenredig met het toerental (hoeksnelheid). Na differentiatie van deze spanning ontstaat een spanning welke evenredig is met de hoeksnelheidsverandering. Een nadeel is dat bij differentiatie een verslechtering van de signaal-ruis-verhouding optreedt. Bij gebruik van wisselstroomtachogeneratoren moet eerst een filter voor het onderdrukken van de draaggolf toegepast worden, waardoor de bandbreedte van de te meten oneenparigheid begrensd wordt.

Ook bij gelijkstroomtachogeneratoren (trommelanker met commutator) moet een filter voor het afvlakken van de pulserende gelijkspanning toegepast worden. Bij gebruik van unipolair machines (waarbij de gelijkspanning via sleepringen afgenomen wordt) ontstaat bij lage toerentallen een ongunstige signaal-ruis-verhouding.

Meetmethode

Gemeten is aan hydromotoren met toerentallen tussen 10 en 60 omwentelingen per minuut. Bij de meting werden een zelf vervaardigde draaicondensator en een



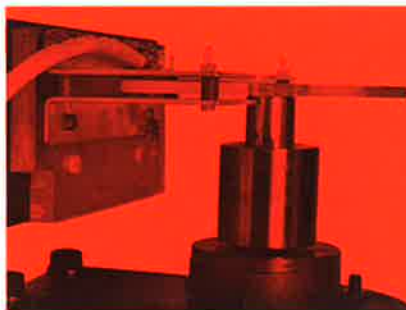
ΔC -meter gebruikt. De condensator was zo geconstrueerd dat de capaciteitsverandering evenredig was met de hoekverdraaiing over bijna 180° . De uit de ΔC -meter verkregen spanning is een driehoekspanning waarvan de top-top waarde constant is doch de helling bepaald wordt door de hoeksnelheid. Na differentiatie ontstaat een blok golf waarvan de amplitude evenredig is met de helling van de driehoekspanning ergo evenredig met de hoeksnelheid.

De procentuele afwijking van het nominale toerental kon op eenvoudige wijze uit de maximale en minimale top-top waarde bepaald worden.

Constructie

Nauwkeurige draaicondensatoren (rekencondensatoren) zijn in de handel verkrijgbaar. Voor de genoemde meting werd een draaicondensator in eigen werkplaats gemaakt. De constructie was eenvoudig en de nauwkeurigheid voor deze meting ruim voldoende.

Een half cirkelvormige schuif van isolatiemateriaal (plexiglas 5 mm dik, diameter 120 mm) werd loodrecht op de te meten as gemonteerd met het middelpunt van



de halve cirkel in het verlengde van de hartlijn van de as. Deze schijf waarvan de diëlektrische constante groter is dan die van lucht ($\pm 2,8$), kon vrij tussen twee aluminium platen draaien. De platen waren 140×70 mm groot en de afstand tussen de platen bedroeg 8 mm.

De platen waren geïsoleerd opgesteld en vormden de meetcondensator. De capaciteit verandert door in- en uitdraaien van de schijf lineair met de hoekverdraaiing van de as. Door de overgangsverschijnselen bij geheel in- en uitgedraaide condensator is de beschikbare meethoek kleiner dan 180° ($\pm 170^\circ$).

Voorbeeld

Bij de meting aan hydromotoren (februari 1965) werd de differentiator samengesteld uit een condensatorbank en een vaste weerstand van $100 \text{ k}\Omega$. Goede resultaten werden verkregen met de volgende condensatorweerstanden.

60 omwentelingen per minuut	0, 1 μF .
50 " " "	0,12 μF .
30 " " "	0, 2 μF .
10 " " "	0, 6 μF .

NAMEN
EN
ADRESSEN



Centrale Organisatie TNO

Juliana van Stolberglaan 148
's-Gravenhage, Postbus 297
Telefoon 070 - 81 44 81

Afdeling In- en Externe Betrekkingen TNO

Juliana van Stolberglaan 148
's-Gravenhage, Postbus 297
Telefoon 070 - 81 44 81

Afdeling Industrieel Contact TNO

TNO-Instituten Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Delft, Postbus 215
Telefoon 01730 - 3 70 00

Proefstation voor Aardappelverwerking

Verlengde Oosterweg 122
Groningen
Telefoon 05900 - 2 33 62

Afdeling Bewerking Waarnemingsuitkomsten TNO

Koningin Marijlaan 21
's-Gravenhage
Telefoon 070 - 83 85 03

**Instituut TNO voor Bouwmaterialen en
Bouwconstructies**

Lange Kleiweg 5
Rijswijk (Z.H.), Postbus 49, Delft
Telefoon 01730 - 3 82 22

**Nationaal Instituut voor
Brouwerij, Mout en Bier TNO**

Polderstraat 10
Rotterdam
Telefoon 010 - 17 67 55

Centraal Laboratorium TNO

Julianalaan 134
Delft, Postbus 217
Telefoon 01730 - 3 70 00

Centraal Technisch Instituut TNO

Koningskade 5
's-Gravenhage, Postbus 614
Telefoon 070 - 24 44 75

Chemisch Laboratorium RVO-TNO

Lange Kleiweg 137
Rijswijk (Z.H.), Postbus 4545
Telefoon 01730 - 2 03 30

Economisch-Technische Afdeling TNO

Koningin Marijlaan 21
's-Gravenhage, Postbus 778
Telefoon 070 - 81 44 81

Fysisch Chemisch Instituut TNO

Croesestraat 77a
Utrecht
Telefoon 030 - 8 06 11

Instituut voor Gezondheidstechniek TNO

TNO-Instituten Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Delft, Postbus 214
Telefoon 01730 - 3 70 00

Instituut voor Graan, Meel en Brood TNO

Lawickse Allee 15
Wageningen, Postbus 15
Telefoon 08370 - 31 46

Instituut voor Grafische Techniek TNO

Ter Gouwstraat 1
Amsterdam, Postbus 4150
Telefoon 020 - 94 95 25

Houtinstituut TNO

TNO-Instituten Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Delft, Postbus 151
Telefoon 01730 - 3 70 00

Instrumentum TNO

Surinamestraat 2
Delft
Telefoon 01730- 3 82 22

Keramisch Instituut TNO

Lange Kleiweg 5
Rijswijk (Z.H.), Postbus 49, Delft
Telefoon 01730 - 3 82 22

Kunststoffeninstituut TNO

Julianalaan 134
Delft, Postbus 71
Telefoon 01730 - 3 70 00

Lederinstituut TNO

Mr. van Coothstraat 55
Waalwijk
Telefoon 04160 - 32 55

Medisch-Biologisch Laboratorium RVO-TNO

Lange Kleiweg 139
Rijswijk (Z.H.), Postbus 4545
Telefoon 01730 - 2 03 30

Medisch-Fysisch Instituut TNO

Da-Costakade 45
Utrecht
Telefoon 030 - 3 51 41

Metaalinstituut TNO

Rotterdamseweg 139
Delft, Postbus 52
Telefoon 01730 - 2 19 14

Noordelijk Technisch Instituut TNO

Rijksstraatweg 24
Haren (Gr.)
Telefoon 05900 - 4 63 39

Octrooiafdeling TNO

Bankplein 1
's-Gravenhage
Telefoon 070 - 51 25 71

Organisch Chemisch Instituut TNO

Croesestraat 79
Utrecht
Telefoon 030 - 8 27 21

Fysisch Laboratorium RVO-TNO

Vlakte van Waalsdorp
's-Gravenhage
Telefoon 070 - 24 43 60

**Nederlands Instituut voor Praeventieve
Geneeskunde**

Wassenaarseweg 56
Leiden, Postbus 124
Telefoon 01710 - 5 09 40 / 5 09 44

Radiofologisch Instituut TNO

Lange Kleiweg 151
Rijswijk (Z.H.)
Telefoon 01730 - 3 09 70

RAI-TNO Instituut voor Wegtransportmiddelen

Ezelsveldlaan 40
Delft
Telefoon 01730 - 2 27 63 / 3 03 53

Rubberinstituut TNO

Oostsingel 178
Delft, Postbus 15
Telefoon 01730 - 2 23 44

Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation

Haagsteeg 2
Wageningen, Postbus 28
Telefoon 08370 - 44 81

Studiecentrum TNO voor Scheepsbouw en Navigatie

Juliana van Stolberglaan 148
's-Gravenhage
Telefoon 070 - 81 44 81

Technisch Fysische Dienst TNO & TH

Stieltjesweg 1
Delft, Postbus 155
Telefoon 01730 - 3 19 00

Technologisch Laboratorium RVO-TNO

Lange Kleiweg 137
Rijswijk (Z.H.), Postbus 4545
Telefoon 01730 - 2 03 30
Verfijningslaboratorium TNO

TNO-Instituten Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Delft, Postbus 203
Telefoon 01730 - 3 70 00

Instituut TNO voor Verpakkingen

TNO-Instituten Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Delft, Postbus 169
Telefoon 01730 - 3 70 00

Vezelinstituut TNO

TNO-Instituten Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Delft, Postbus 110
Telefoon 01730 - 3 70 00

Instituut voor Visserijproducten TNO

Haringkade 1
IJmuiden, Postbus 68
Telefoon 02550 - 60 42

**Visserij-Proefstation en Laboratorium voor
Materialenonderzoek**

Maliebaan 103
Utrecht
Telefoon 030 - 1 32 81

Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO

Utrechtseweg 48
Zeist
Telefoon 03404 - 1 84 11

Wasserij-Instituut TNO

TNO-Instituten Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Delft, Postbus 70
Telefoon 01730 - 3 70 00

Instituut TNO voor Werktuigkundige Constructies

Mekelweg 2
Delft, Postbus 29
Telefoon 01730 - 3 32 22

Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO

Kampweg 5
Soesterberg, Postbus 23
Telefoon 04363 - 14 44 / 14 94

INLICHTINGEN

De afdeling Industrieel Contact TNO bemiddelt bij het vinden van een juiste gesprekspartner binnen de organisatie. Zij gaat na op welke gebieden TNO over de specifieke kennis beschikt, die voor toepassingsontwikkeling van belang zou kunnen zijn.

Voor inlichtingen wende men zich tot: