



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8501529**

Nederland

⑲ NL

-
- ⑤4 **Werkwijze en inrichting voor het meten en beheersen van een door een leiding stromende gasmassaastroom.**
- ⑤1 Int.Cl.: G01F 1/40.
- ⑦1 Aanvrager: Nederlandse Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek te 's-Gravenhage.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8501529.

②2 Ingediend 29 mei 1985.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 16 december 1986.

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

Korte aanduiding: Werkwijze en inrichting voor het meten en beheersen van een door een leiding stromende gasmassastroom.

In eerste instantie heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze voor het meten van een door een leiding stromende gasmassastroom, waarbij het gas door een vernauwing wordt gevoerd.

Voor vele industriële en wetenschappelijke toepassingen is het gewenst de massastroom dat wil zeggen de per tijdseenheid door een leiding stromende massa van een gas nauwkeurig te kunnen meten. Vele bekende gasmeters meten het debiet in m^3 per uur. Om dit debiet nauwkeurig te kunnen vaststellen, zouden de dichtheid en de temperatuur bekend moeten zijn. Bij niet variërende stromingsomstandigheden wordt echter volstaan met eenvoudig gecalibreerde openingen om de massastroom te meten. In de handel verkrijgbare meters voor het meten van de gasmassastroom vertonen de nadelen van een beperkte nauwkeurigheid en grote responstijden.

Met de uitvinding wordt beoogd deze nadelen te vermijden en een in de aanhef aangeduide werkwijze te verschaffen door middel waarvan de massastroom van een stromend gas zeer nauwkeurig kan worden vastgesteld en waarbij de responstijd verrassend klein is.

Volgens de uitvinding is de in de aanhef genoemde werkwijze hiertoe gekenmerkt doordat de druk stroomopwaarts van de vernauwing zo veel groter is dan stroomafwaarts daarvan, dat het gas in de kleinste doorsnede van de vernauwing de sonische snelheid bereikt, en dat de waarde van de massastroomsnelheid wordt berekend aan de hand van vastgestelde waarden van de totale druk en totale temperatuur stroomopwaarts van de vernauwing en van de kleinste doorsnede van de vernauwing.

Om ter plaatse van de vernauwing de sonische snelheid te bereiken is het bij de aanvang nodig dat de druk stroomopwaarts van de vernauwing ongeveer minstens het dubbele is van de druk stroomafwaarts ervan. De massastroom van het gas is bij sonische condities door de kleinste doorsnede van de vernauwing recht evenredig met de totale druk stroomopwaarts van de vernauwing, recht evenredig met het kleinste oppervlak van de vernauwing (keeloppervlak) en omgekeerd evenredig met de wortel van de totale temperatuur van het gas vóór de vernauwing.

In formule:

$$M = \mathcal{I} \cdot P_{t_1} \cdot \frac{A_t}{\sqrt{RT_{t_1}}}$$

M = gasmassastroom

5 $\mathcal{I}$ = Vandenkerckhove-functie.

P_{t_1} = totale druk stroomopwaarts van de vernauwing.

A_t = oppervlak van sonische doorsnede.

R = de gasconstante van het betreffende gas.

10 T_{t_1} = totale temperatuur stroomopwaarts van de vernauwing.

Als het oppervlak van de sonische doorsnede en de gassoort bekend zijn zullen slechts totale druk en temperatuur gemeten hoeven te worden om de massastroom te kunnen berekenen. Anderzijds kan
15 men bij een bepaalde totale druk en temperatuur de massastroom beheersen door de kleinste doorsnede van de vernauwing te variëren. Zo een beheersing van de massastroom is bij vrijwel constante totale temperatuur en constante doorsnede van de vernauwing ook mogelijk door de totale druk te variëren. Een beheersing door toedoen van de variatie
20 in de doorsnede van de vernauwing kan echter de voorkeur hebben om grote massastroomvariatiën te bewerkstelligen.

De uitvinding betreft voorts een inrichting voor het met behulp van bovenstaande werkwijze meten en beheersen van een per tijdseenheid door een leiding stromende gasmassa waarbij die inrichting
25 is voorzien van een vernauwing. Volgens de uitvinding is ten minste de kleinste doorsnede van de vernauwing variabel.

Niet uitgesloten is dat de vernauwing bestaat uit een opening in een schuif die van vele openingen met verschillende doorsneden is voorzien, waarbij de doorsnede van de opening waar doorheen
30 het gas stroomt, kan worden gevariëerd. Een veel eenvoudiger en nauwkeuriger middel voor het variëren van de doorsnede van de vernauwing wordt echter gegeven wanneer in de vernauwing een pen van afnemende doorsnede steekt en middelen aanwezig zijn om de pen meer of minder ver in de vernauwing te verplaatsen.

35 De middelen om de stand van de pen nauwkeurig te kunnen vaststellen bestaan bijvoorbeeld uit een servomotor of een nonius.

Voor een nauwkeurige meting van de totale druk en temperatuur stroomopwaarts van de vernauwing is het van belang dat het

gas grotendeels tot rust wordt gebracht. Vandaar dat zich stroom-
opwaarts van de vernauwing een suskamer van relatief grote doorsnede
ten opzichte van de leidingdoorsnede bevindt. Het gas komt in deze sus-
kamer zodanig tot rust dat het verschil tussen statische druk respec-
5 tievelijk temperatuur enerzijds en totale druk respectievelijk tempera-
tuur anderzijds verwaarloosbaar is.

In die suskamer monden dus middelen uit voor het
meten van de temperatuur en druk.

Door voor de vernauwing een afgekapte De Laval
10 straalpijp te kiezen worden verliezen van de totale druk tot een
minimum beperkt. De supersone versnelling van de gasstroom zal wat
minder zijn dan bij een volledig divergerende straalpijp.

Opgemerkt wordt dat de curve volgens welke de door-
snede van de in de vernauwing stekende pen afneemt, vrij willekeurig
15 gekozen kan worden, bijvoorbeeld zodanig dat het verband tussen de
lengtepositie van de pen en de massastroom rechtevenredig is.

De uitvinding zal nu worden toegelicht aan de hand
van de figuur, waarin een schematisch beeld wordt gegeven van een
doorsnede van een in een gasleiding aan te brengen meter voor het meten
20 van de gasmassa die per tijdseenheid door de leiding stroomt.

Het weergegeven meetinstrument omvat een huis 1 met
een ingangsgedeelte 2 en een uitgangsgedeelte 3. In het huis is een
vernauwingselement 4 aangebracht in de vorm van een afgekapte De Laval
straalpijp.

25 In de vernauwing 5 steekt een conisch toelopende pen
6. Deze is in een uitstulping 1a van het huis 1 geschroefd. Om het
verschuiven van de pen bij hogere drukken in het meetinstrument te
vergemakkelijken is de pen voorzien van een drukkanaaltje en een
schroefconstructie zodanig dat de drukbelasting op de schroefdraad en
30 dus de wrijving minimaal is.

Tussen het ingangsgedeelte 2 en het vernauwings-
element 4 bevindt zich een suskamer 7 van aanmerkelijk grotere
doorsnede dan het ingangsgedeelte.

Een thermokoppel 8 voor het meten van de temperatuur
35 en een drukmeetorgaan 9, zoals een piëzoresistief element voor het
meten van de druk steken door de wand van het huis in de suskamer.

In de suskamer is de gassnelheid zeer laag hetgeen
nodig is voor het verkrijgen van betrouwbare meetresultaten. Bij een
snelheid van 10 m/s of minder blijkt tussen de totale druk en tempera-

tuur en de statische druk en temperatuur een verwaarloosbaar verschil te bestaan. De te berekenen c.q. te beheersen massastroom per tijdseenheid is namelijk een functie van de totale druk en temperatuur en niet van de statische druk en temperatuur. De meting van de statische
 5 druk en temperatuur in de suskamer kan dus zonder bezwaar doorgaan voor een meting van de totale druk en temperatuur.

Het aanvankelijk verschil tussen de drukken stroomopwaarts en stroomafwaarts van de vernauwing 5 wordt zodanig gekozen dat in de vernauwing het gas ten minste de sonische snelheid bereikt.
 10 Het oppervlak van die sonische doorsnede kan worden gevarieerd door de pen 6 meer of minder ver in de vernauwing 5 te brengen. Dat oppervlak van de sonische doorsnede is behalve van de stand van de pen 6 ook afhankelijk van de curve volgens welke de dwarsdoorsnede van de pen kleiner wordt in de richting van de vernauwing. Deze curve kan wille-
 15 keurig zijn doch moet voor het berekenen van de gasmassastroom per tijdseenheid bekend zijn. De stand van de pen kan door niet weergegeven middelen, zoals bijvoorbeeld een servomotor worden vastgesteld. Uit die stand en de genoemde bekende curve volgt de grootte van het sonische doorsnede oppervlak. Deze waarde en de gemeten waarden van de totale
 20 druk en temperatuur kunnen worden gebruikt voor het berekenen van de massastroom per tijdseenheid. Bijvoorbeeld worden deze waarden gevoerd naar een microprocessor of computer waarin de berekening wordt uitgevoerd volgens reeds genoemde formule:

$$25 \quad M = \int \cdot P_{t_1} \cdot \frac{A_t}{\sqrt{RT}_{t_1}}$$

waarbij $\int$ en R voor een bepaald gas bekend zijn.

Van belang is dat de massastroom zeer gemakkelijk beheerst kan worden door verplaatsing van de pen waarbij de waarde van de door de verplaatsing veranderde massastroom onmiddellijk berekend en
 30 bijvoorbeeld digitaal weergegeven kan worden.

Het beschreven meetinstrument werkt slechts indien het gas direct achter de vernauwing met ten minste sonische snelheid stroomt, immers is dan in de vernauwing de snelheid in hoofdzaak constant terwijl het debiet kan variëren. Daarentegen zou bij subsone
 35 snelheid van het gas, onder handhaving van het debiet, versnelling van het gas optreden.

Belangrijke voordelen van het meetinstrument met een sonische opening van variabel doorsnede-oppervlak zijn dat het in een zeer breed gebied van temperatuur en druk en debiet zonder risico voor

storingen inzetbaar is en dat de massaastroom per tijdseenheid niet alleen gemeten maar ook beheerst kan worden. Voorts is de meetnauwkeurigheid groot (bijvoorbeeld beter dan 1,8 %) en zijn responstijden kort (bijvoorbeeld 10 ms).

- 5 Voor het meten en beheersen van de massaastroom is van belang dat het meetinstrument is voorzien van een sonische vernauwing waarvan de doorsnede variabel is. Veel wijzigingen zijn binnen het kader van de uitvinding mogelijk.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het meten van een per tijdseenheid door een leiding stromende gasmassa, waarbij het gas door een vernauwing wordt gevoerd, met het kenmerk, dat de druk stroomopwaarts van de vernauwing zo veel groter is dan stroomafwaarts daarvan dat het gas in de kleinste doorsnede van de vernauwing de sonische snelheid bereikt, en dat de waarde van de massastroom wordt berekend aan de hand van vastgestelde waarden van de totale druk en temperatuur stroomopwaarts van de vernauwing en van de kleinste doorsnede van de vernauwing.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat voor het beheersen van de massastroom het oppervlak van de kleinste doorsnede van de vernauwing wordt gevariëerd.

3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat voor het beheersen van de massastroom de totale druk stroomopwaarts van de vernauwing wordt gevariëerd.

4. Inrichting voor het met behulp van de werkwijze volgens conclusie 2 meten en beheersen van een per tijdseenheid door een leiding stromende gasmassa, welke inrichting is voorzien van een vernauwing, met het kenmerk, dat ten minste de kleinste doorsnede van de vernauwing (5) variabel is.

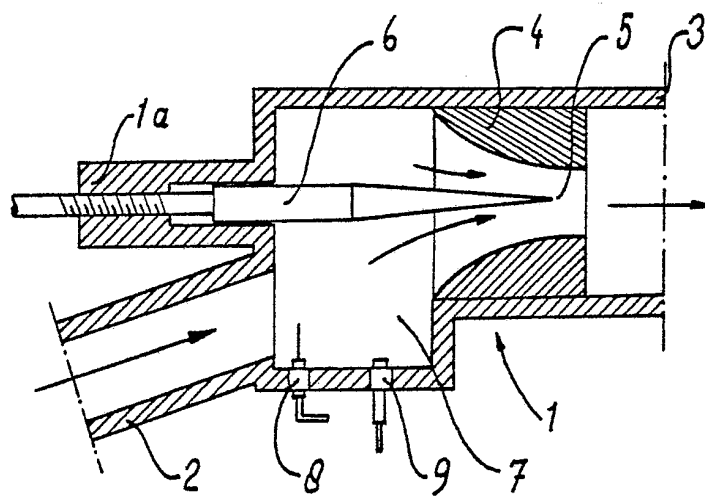
5. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat in de vernauwing (5) een pen (6) van afnemende doorsnede steekt en middelen aanwezig zijn om de pen meer of minder ver in de vernauwing te bewegen.

6. Inrichting volgens conclusie 5, gekenmerkt door middelen om de stand van de pen nauwkeurig vast te stellen.

7. Inrichting volgens één van de conclusies 4 - 6, met het kenmerk, dat zich stroomopwaarts van de vernauwing (5) een suskamer (7) van relatief grote doorsnede ten opzichte van de leidingdoorsnede bevindt.

8. Inrichting volgens conclusie 7, gekenmerkt door zich tot in de suskamer (7) uitstrekkende middelen (8, 9) voor het meten van de temperatuur en druk.

9. Inrichting volgens één van de conclusies 4 - 8, met het kenmerk, dat de vernauwing (5) door een afgekapte De Laval straalpijp (4) wordt begrensd.



8501529