

(19) **DANMARK**



(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **147548 B**



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: **1857/76**

(51) Int.Cl.⁸: **G 01 K 5/36**

(22) Indleveringsdag: **26 apr 1976**

(41) Alm. tilgængelig: **29 okt 1976**

(44) Fremlagt: **24 sep 1984**

(86) International ansøgning nr.: —

(30) Prioritet: **28 apr 1975 NL 7505015**

(71) Ansøger: ***STIKO B.V.; Roden (Dr.), NL.**

(72) Opfinder: **Johannes Gerhardus *Stiller; NL, Albertus van der *Kolk; NL.**

(74) Fuldmægtig: **Nørrejysk Patentbureau ApS**

(54) **Gastrykstermometer**

LN 147548 B

Denne opfindelse omhandler et gastrykstermometer, som består af en indikator- registrerings- eller styredel, som er koblet til en lukket måledel, indeholdende en gas med et tryk, der er højere end atmosfæretrykket ved omgivelsernes temperatur, og hvor måledelen består af en gasbeholder med et Bourdonrør og et kapillarrør, som forbinder gasbeholderen med Bourdonrøret.

Gastrykstermometre af den ovenfor beskrevne type er almindeligt kendte og beskrives f.eks. i De Ingenieur 46 (1954) siderne 084-086. En væsentlig del af gastrykstermometeret udgøres af måledelen der, som ovenfor nævnt, omfatter en gasbeholder, et Bourdonrør og et kapillarrør som forbinder gasbeholderen til Bourdonrøret. Gasbeholderen er samtidigt varmeudvekslingsdelen og fungerer som sådan som temperaturregistrerende element eller sensor. Bourdonmåleren eller-fjederen er som bekendt et element fremstillet af et metalrør med et fladt tværsnit, f.eks. et elliptisk - eller rektangulært tværsnit, som er bøjet så det udgør $\frac{3}{4}$ af en cirkel, eller det kan udformes som en spiral eller skrue. Når gastrykket i Bourdonfjederen forøges vil denne forsøge at strække sig og antage et cirkulært tværsnit for at forøge sit volumen, respektivt ved en trykreduktion udføre den modsatte bevægelse. Bevægelsen af fjederen vil føre til at den frie ende af røret, som ikke er forbundet til kapillarrøret, vil flytte sig. Denne bevægelse kan udnyttes ved at koble Bourdonfjederen til et indikatorelement, f.eks. en viser i forbindelse med en gradinddeling til fastsættelse af størrelsen af den påvirkning, som frembringer gastryksændringen, med andre ord i dette tilfælde for at måle temperaturforandringer.

Kapillarrøret, som forbinder gasbeholderen med Bourdonrøret, kan have en betragtelig længde f.eks. 10-20 m således at termometeret kan anvendes som fjerntermometer.

Ved fremstilling af gastrykstermometre, i det mindste måledelene heraf, som indeholder en gas ved forøget tryk, antages det at funktionen, for at opnå en optimal tilnærmelse, skal være baseret på idealgasloven anvendt på en gas med given vægt og konstant volumen, således at der ifølge ligningen $P_1/T_1 = P_2/T_2$ opnås en lineær relation mellem temperatur - og trykændring. Som nævnt ovenfor vil Bourdonfjederen imidlertid ændre volumen ved en ændring i gastrykket således at der ikke er nogen overensstemmelse med betingelserne

for et gassystem med konstant volumen og således at målenøjagtigheden bliver mindre. Endvidere vil ændring af omgivelsernes temperatur også føre til ændring af volumenet af Bourdonfjederen og kapillarrøret og vil som et resultat heraf ligeledes gøre målenøjagtigheden mindre. Denne indflydelse på målenøjagtigheden kan elimineres ved at give gasbeholderen et stort volumen i forhold til kapillarrøret og Bourdonfjederen. Ifølge ovennævnte artikel i De Ingenieur anvendes der i de kendte gastrykstermometre, for at opnå en målenøjagtighed på ca. 1 %, en gasbeholder med et volumen på 50-100 cm³. Med udgangspunkt i kombinationen af volumen af gasbeholder og totalvolumen kan trykket af gassen i måledelen vælges således at termometerets måleområde over en 270° bue ikke er under 100°C.

Det påkrævede relativt store volumen af den kendte gasbeholder for på den ene side at give en ønsket målenøjagtighed er på den anden side en ulempe ved anvendelsen af - og anvendelsesmulighederne for termometeret. Endvidere giver en større gasbeholder langsommere udsving som følge af den forøgede varmeyfylde.

En oversigt over industrielle termometre gives af H. Brolsma i bogen "Temperatuurmetingen, basiskennis Meeten Regeltechniek", (temperaturmålinger, basiskundskaber angående måle- og reguleringsteknik), udgivet af Technische Uitgeverij H. Stam N. V., i forening med stiftelsen "Bemetel", anden udgave, februar 1969 p. 20 ff, virkemåden af disse termometre er baseret på at stoffer ekspanderer ved temperaturforøgelse og vice versa. Denne kategori omfatter gastrykstermometre og endvidere væsketermometre som indeholder en organisk væske, f.eks. pentan, eller kviksølv (såkaldte "kviksølv-i-stål" termometre). Det er nævnt med hensyn til trykket af det påfyldte medium at på grund af kviksølvs mindre sammentrykkelighed er et påfyldningstryk på ca. 175 kg/cm² tilladeligt ved kviksølv-i-stål termometre. Ved anvendelse af en organisk væske til påfyldning, bør et lavere påfyldningstryk anvendes end ved anvendelse af kviksølv nemlig 5-50 kg/cm², idet disse væsker har en større sammentrykkelighed end kviksølv. I overensstemmelse med dette princip, hvor der i tilfælde af en større sammentrykkelighed af det påfyldte medium anvendes et lavere påfyldnings- eller initialtryk, anvendes der et påfyldningstryk på ikke over 50 kg/cm², hvis det påfyldte medium er en gas, således i gastrykstermometre.

Ligeledes ifølge denne publikation øges målenøjagtigheden ved at vælge en stor værdi af forholdet mellem volumen af gasbeholderen og volumen af Bourdonmåleren og kapillarrøret f.eks. 50 : 1 ; gasbeholderen kan f.eks. have en diameter på 20 mm og en længde på 125 mm. Endvidere ses det at beholderen for det påfyldte medium generelt er større i gastrykstermometre end i væsketermometre.

I U.S. patent 3.410.141 gives der en oversigt over egenskaberne af et konventionelt gastrykstermometer, med hensyn til hvilket det understreges, at gasbeholderens volumen skal være stort i forhold til volumen af Bourdonmåleren for, ved temperaturmålinger, at kunne frembringe en tilstrækkelig trykændring i Bourdonmåleren og således forårsage en tilstrækkelig bevægelse i måleren. Dette karakteristiske træk er naturligvis ligeledes baseret på gasloven, og indikerer at virkningen af en ændring i gassens tilstand også er afhængig af gassens mængde. Ifølge U.S. patentet søger man, for i gastrykstermometre at opnå en tilstrækkelig kraftig virkning af en temperaturændring, at forøge gasmængden i konventionelle gastrykstermometre ved at forøge volumen af gasbeholderen. Ifølge U.S. patentet er der nu fremkommet et gastrykstermometer, hvor gasbeholderen indeholder et fast stof, der ved lave temperaturer adsorberer gassen og ved højere temperaturer frigiver den, hvilket resulterer i en mere stejl tryk-temperatur relation, hvorved mindre gasbeholdere kan anvendes f.eks. en gasbeholder med et volumen på ca. 3 cm^3 , hvor de konventionelle gastrykstermometre har en gasbeholder med et volumen på ca. 65 cm^3 . Gastrykket ved ca. 15°C i termometeret ifølge U.S. patentet er ca. $1,8-5,6 \text{ kg/cm}^2$, afhængigt af gastype og adsorptionsmateriale.

Formålet med opfindelsen er at tilvejebringe et gastrykstermometer med et lille følervolumen og som samtidigt har en stor aflæsningsskala.

Dette opnås ved et gastrykstermometer af den indledningsvis angivne art, ved at gassens tryk har en sådan størrelse, at dens sammentrykkelighed formindskes, når den udsættes for en isotermisk trykforøgelse. Derved er det særligt fordelagtigt, når der anvendes nitrogen, at trykket ved omgivelsernes temperatur er mindst 175 kg/cm^2 , og måleområdet svarer til et endeligt tryk på 400 kg/cm^2 .

Ved høje gastryk ifølge opfindelsen har et Bourdonrør fremstillet af en hær-
det chrom-molybdæn-stål-legering, som indeholder 0,25-0,30% C, 0,15-0,35%
Si, 0,50-0,70%Mn, under 0,030% P, under 0,020% S, 0,9-1,2% Cr og 0,15-0,25%
Mo, vist sig at være særlig velegnet. Ved et gastrykstermometer med et så-
dant Bourdonrør kan trykket være omkring 330 kg/cm^2 og måleområdet 40°C
over en skala på 270° .

Ifølge foreliggende opfindelse er der nu frembragt et gastrykstermometer,
hvor trykket har en værdi ved hvilken, ved isotermisk trykstigning, gas-
sen udsættes for en reduktion i sammentrykkeligheden, i modsætning
til den fremherskende antagelse hvor lavere initialtryk anvendes, idet det
medium, som er påfyldt et termometer der generelt er baseret på ekspansion
af et medium, har en tiltagende sammentrykkelighed.

I gastrykstermometeret ifølge foreliggende opfindelse kan man hensigtsmæssigt
anvende et initialtryk på f.eks. 140 kg/cm^2 eller endda 175 kg/cm^2 , som i
kviksølv-i-stål termometre, og højere uden at påvirke termometerets funktion,
f.eks. målenøjagtigheden på ca. 1 % af måleområdet som synes almindelig for
gastrykstermometre. Det endelige tryk som er tilladeligt for en temperatur-
måling i foreliggende gastrykstermometers måleelement afhænger af det fæno-
men at den påfyldte gas ved høje temperaturer kan diffundere gennem det
metal hvoraf måleelementet er fremstillet, og endvidere af den praktiske
betragtning at en vis overbelastning af termometeret skal være mulig uden at
beskadige dette.

Foretrukne er de gastrykstermometre ifølge opfindelsen hvor måledelen
indeholder nitrogen ved et tryk på mindst 175 kg/cm^2 , samt har
et måleområde svarende til et endeligt tryk på 400 kg/cm^2 .

På grund af det meget høje gastryk i gastrykstermometeret ifølge denne opfin-
delse kan gasbeholderens volumen gøres endnu mindre, ikke blot uden mærkbare
ulemper for Bourdonfjederens funktion, men snarere med en forbedret funktion
således at et væsentligt mindre måleområde kan dække skalaen på gastrykster-
mometeret end det minimale måleområde på 100°C der, som allerede nævnt, anven-
des i de kendte gastrykstermometre.

Termometre med et lille minimalt måleområde er især af betydning under de omstændigheder der er fremherskende ved fremstilling og oplagring af forbrugsartikler, som levnedsmidler og luksusvarer, drikkevarer etc. Allerede en forholdsvis svag forøgelse af temperaturen kan for disse varers vedkommende forårsage en forringelse af varen eller en reduktion af smagen.

Hidtil er kviksølv-i-stål termometre i praksis blevet anvendt til at kontrollere temperaturen i de tilfælde hvor det drejer sig om de ovennævnte varer, fordi kun disse kviksølv-i-stål termometre kan fremstilles med et tilstrækkeligt lille minimalt måleområde og derved muliggøre en temperaturkontrol indenfor et snævert temperaturområde med tilstrækkelig nøjagtighed. Imidlertid er det vel unødvendigt at sige at anvendelse af kviksølvtermometre må betragtes som meget uønsket netop i forbindelse med forbrugsartikler i betragtning af den latente fare for kviksølvforurening.

I en foretrukken udførelse af gastrykstermometeret ifølge opfindelsen i forbindelse med dets anvendelse ved forbrugsartikler, som nævnt ovenfor har trykket af gassen en sådan værdi, at måleområdet af termometeret er 40°C over en 270° bue. Et sådant gastrykstermometer er meget velegnet til at erstatte kviksølv-i-stål termometre i særdeleshed ved ovennævnte anvendelse i forbindelse med forbrugsartikler, hvilket hidtil ikke har været muligt.

Til trods for anvendelsen af meget høje tryk på mindst 175 kg/cm^2 eller højere i måledelen, ved hvilke tryk det kan forudses, at gassen afgjort ikke længere kan betragtes som en idealgas og man derfor kan forudse store afvigelser fra gasloven hvorpå funktionen af gastrykstermometrene er baseret, er det overraskende at finde at gastrykstermometrene ifølge opfindelsen har en fuldstændig pålidelig og reproducerbar funktion med en målenøjagtighed på bedre end 1 % af måleområdet, som det nu vil blive demonstreret.

Anvendelsen af et højt gastryk resulterer også i en betydelig kraft i Bourdonfjederens bevægelse, således at gastrykstermometeret ifølge opfindelsen udover at være et udvisende termometer også kan konstrueres til anvendelse som fjerntermometer, der er lige velegnet som registrerende eller styrende termometer.

Opbygningen af gastrykstermometeret og det dermed forbundne måleelement

ifølge opfindelsen svarer til opbygningen af det kendte apparatur som f.eks. beskrives i den ovenfor nævnte publikation i De Ingenieur 46 (1954) 084-086, som der her refereres til for kortheds skyld.

Dette gælder også de påfyldte gasarter, hvortil der fortrinsvis anvendes nitrogen på grund af dets tilgængelighed, påfyldningsmetode, justering og kalibrering af gastrykstermometrene og om ønsket, med henblik på målenøjagtigheden, en yderligere kompensation for volumenændringen af Bourdonfjederen på grund af opvarmning eller afkøling under en måling eller varmeudveksling med omgivelserne, ved hjælp af et bimetal.

Endvidere vedrører opfindelsen et apparat som omfatter en gasbeholder, et Bourdonrør og et kapillarrør som forbinder gasbeholderen med Bourdonrøret, dette Bourdonrør er fremstillet af en hårdet chrom-molybdæn-stål-legering, som indeholder 0,25-0,30 % C , 0,15-0,35 % Si , 0,50-0,70 % Mn , under 0,030 % P , under 0,020 % S , 0,9-1,2 % Cr og 0,15-0,25 % Mo .

Hårdningen af dette materiale kan ske ved afkøling i olie fra ca. 850°C eller fra 830°C i vand, materialet skal opholde sig i mindst 15 minutter ved hardningstemperaturen, hvorefter det anløbes ved opvarmning i mindst $\frac{1}{2}$ time ved temperaturer op til ca. 400°C. Den foretrukne hardning sker ved opvarmning i 20 minutter til 880°C i en neutral atmosfære, afkøling i olie og anløbning i 60 minutter ved 350°C i en neutral atmosfære. I en Bourdonfjeder fremstillet af ovennævnte materiale kan der opnås en fjederbevægelse på ca. 50 mm, som optræder i et gastrykstermometer med et måleområde på 40 kg/cm² over en 270° skala og et initialtryk på ca. 330 kg/cm², og endvidere er en sådan Bourdonfjeder endnu fuldstændig tilfredsstillende ved et gastryk på op til ca. 600 kg/cm².

Det blev fundet at der ved anvendelse af et højt gastryk og det ovennævnte materiale til fremstilling af Bourdonfjederen kan fremstilles gastrykstermometre, som fungerer godt med et gasbeholdervolumen på kun ca. 1 cm³. Med så små gastanke udvides anvendelsesmulighederne for gastrykstermometre i almindelighed væsentligt, idet så små beholdere fremmer en hurtig udvisning på termometeret.

I en yderligere forklaring af opfindelsen udføres temperaturmålinger ved hjælp af det nedenfor nævnte gastrykstermometer ifølge opfindelsen.

Gastrykstermometerets tekniske data var :

udførelse som skivetermometer med fjernsensor ;

måleområde	: 0 120°C
minimal tilladelig temperatur	: 0°C
maximal tilladelig temperatur	: 120°C
diameter af hus	: 112 mm
diameter af skala	: 74 mm
graduering	: IK/s.d.
dimensioner af sensor	: Ø 12 x 145 mm
sensormateriale ¹⁾	: rustfrit stål
dimensioner af kapillarrør	: Ø 2,5 x 1890 mm
kapillarrørmateriale ¹⁾	: rustfrit stål
påfyldt gas	: nitrogen
initialtryk af den påfyldte gas	: 12 MPa
nøjagtighed af udvisning	: ± 1 % af hele skalaen

1) rustfrit stål af den ovenfor beskrevne type, hardet ved opvarmning i 20 minutter til 880°C i en neutral atmosfære, afkøling i olie og anløbning i 60 minutter ved 350°C i en neutral atmosfære.

Ved hjælp af dette termometer blev der foretaget temperaturmålinger af et vandbad, hvis temperatur gradvist blev hævet til 100°C og derefter atter sænket. Måleværdierne er angivet i nedenstående tabel.

T a b e l

		før overbelastning		efter overbelastning			
omgivende temp. °C		20		20		32	
virkelig temperatur		korrektion 1)		korrektion 1)		korrektion 1)	
		før bankning	efter bankning	før bankning	efter bankning	før bankning	efter bankning
°C		K	K	K	K	K	K
opvarmning	20	+ 0,45		0,0	0,0	+ 0,55	+ 0,15
	30	+ 0,35		-0,65	-0,65		
	40	+ 0,40	+ 0,15	+0,6	-0,3	+ 0,8	+ 0,6
	60			+0,2	+0,1	+ 0,5	+ 0,3
	80			+1,1	+1,0	+ 0,3	+ 0,1
100			+0,3	+0,2	0,0	- 0,1	
afkøling	80			-0,1	0,0	- 0,1	- 0,1
	60			-0,3	0,0	- 0,1	+ 0,2
	40			+0,1	+0,3	+ 0,2	+ 0,3
	30			-0,3	-0,1		
	20	- 0,35	+ 0,15	-0,3	-0,2	+ 0,1	+ 0,4
	0			-0,2	-0,1	- 0,4	0,0

1) virkelig temperatur = udvist værdi + korrektion

Disse målinger viser at instrumentets nøjagtighed er indenfor $\pm 1\%$.

Patentkrav:

1. Gastrykstermometer bestående af en indikator-, registrerings- eller styredel, som er koblet til en lukket måledel, indeholdende en gas med et tryk, der er højere end atmosfæretrykket ved omgivelsernes temperatur, og hvor måledelen består af en gasbeholder med et Bourdonrør og et kapillarrør, som forbinder gasbeholderen med Bourdonrøret, k e n d e t e g n e t v e d, at gassens tryk har en sådan størrelse, at dens sammentrykkelighed formindskes, når den udsættes for en isotermisk trykforøgelse.

2. Gastrykstermometer ifølge krav 1, hvor måledelen indeholder nitrogen ved et tryk, der er højere end atmosfæretrykket ved omgivelsernes temperatur, k e n d e t e g n e t v e d, at trykket er mindst 175 kg/cm^2 , og måleområdet svarer til et endeligt tryk på 400 kg/cm^2 .

3. Gastrykstermometer ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t v e d, at Bourdonrøret er fremstillet af en hærdet chrom-molybdæn-stållegering, som indeholder 0,25-0,30% C, 0,15-0,35% Si, 0,50-0,70% Mn, under 0,030% P, under 0,020% S, 0,9-1,2% Cr og 0,15-0,25% Mo.

4. Gastrykstermometer med et Bourdonrør ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t v e d, at gastrykket ved omgivelsernes temperatur har en sådan størrelse, at termometerets måleområde er 40°C over en 270° bue.

Fremdragne publikationer:
