

Descriere:

Prezenta invenție se referă la tehnica de măsurat, și anume, la debitmetre electronice cu captare de diferență a presiunilor pe bază de fibre optice, și poate fi utilizată în sisteme de control și de măsurat și în contoare-debitmetre pentru gaz, lichid și vapori, de preferință în domeniul municipal-uzual.

Se cunoaște debitmetrul [1] care conține un dispozitiv de îngustare, un captor de diferență a presiunilor, care conține o sursă de radiație optică, cristal lichid nematic și un fotoreceptor, un amplificator și un indicator digital. Abateră nulă și zgomotele sinfazice în circuitele captorului de diferență a presiunilor cu ieșire electrică duc la erori considerabile în măsurarea debitului. Reducerea capacității radiației sursei din cauza uzării sau schimbării regimului de alimentare cu energie electrică induce o eroare sistematică esențială în măsurarea debitului.

Se cunoaște, de asemenea, debitmetrul de gaz [2], care conține o conductă, un dispozitiv adaptiv de îngustare, un captor de diferență a presiunilor, un captor al presiunii absolute și un captor al temperaturii gazului, un bloc de comandă a dispozitivului de îngustare, unit cu motorul pas cu pas, un bloc de memorie, unit cu blocul de comandă, și un bloc de calcul.

Dispozitivul adaptiv de îngustare are o formă nestandardă a orificiului de îngustare și o deviere considerabilă a axei orificiului de la axa conductei, ceea ce duce la mărirea erorilor în măsurarea debitului de gaz. Abateră nulă și zgomotele sinfazice în circuitele captorului de diferență a presiunilor cu o singură ieșire electrică duc la erori esențiale în măsurarea debitului. Motorul pas cu pas este amplasat în interiorul conductei, ceea ce face imposibilă utilizarea acestui debitmetru în conducte cu diametru mic, de exemplu, cu diametru mai mic de 25 mm, care sunt caracteristice pentru aprovizionarea cu gaz a apartamentelor. Debitmetrul nu dă posibilitatea dozării debitului de gaz către consumator, de exemplu, conform plății preliminară.

Se cunoaște procedeul [3] de fabricare a derivatorului cu fibre optice, care constă în utilizarea sursei cu laser de încălzire a fibrelor optice. Pentru stabilizarea regimului termic se aplică un substrat de ceramică cu tăietură cu fantă, în care se efectuează direct alierea.

Substratul de ceramică absoarbe radiația laserului CO₂. Deoarece temperatura de topire a cuarțului constituie =2100°C, temperatura substratului de ceramică nu trebuie să fie mai joasă. La încălzirea substratului de ceramică are loc deformarea termică a suprafeței ei și evaporate se sedimentează și se aliază în stratul superficial al strângerii biconice formate, creând neomogenități, care duc la mărirea zgomotelor optice, a atenuării introduse și la reducerea fiabilității derivatorului biconic.

Procedeul nu este util pentru fabricarea captoarelor de diferență a presiunilor.

Se cunoaște, de asemenea, procedeul de fabricare a captorului cu fibre optice al diferenței de presiune pentru debitmetre [4]. Procedeul de fabricare constă în faptul că strângerea cu puține moduri se formează din fibre optice, încălzite folosind sursa electrică cu arc de încălzire și întinse. După aceea strângerea sus-numită este amplasată în compaund de silicon și acesta din urmă este polimerizat.

Utilizarea sursei cu arc electric de încălzire duce la evaporarea materialului elementului de încălzire și la alierea ulterioară a particulelor lui în stratul superficial al strângerii biconice (fenomenul termoforezului), ceea ce formează neomogenități suplimentare, ridică nivelul zgomotelor și, datorită acțiunii abrazive a particulelor, reduce fiabilitatea și exactitatea captorului (diametrul strângerii este de circa 10 μm). Gradientii mari de temperatură la hotarele zonei de încălzire în procesul alierii fibrelor optice prin acest procedeu duc la transformarea sticlei de cuarț în sticlă "călită" de cuarț, care posedă o fragilitate sporită, ceea ce reduce și fiabilitatea captorului de diferență a presiunilor.

La baza prezentei invenții a fost pusă sarcina creării unui debitmetru optoelectronic fiabil, utilizarea căruia să asigure posibilitatea dozării debitului de resursă (gaz, lichid, vapori) către consumator cu o exactitate sporită.

Este pusă și sarcina creării unui procedeu de fabricare a captorului de diferență a presiunilor cu fibre optice, conform căruia s-ar exclude neomogenitățile în zona strângerii formate. Lipsa neomogenităților menționate sporește duritatea și fiabilitatea captorului, inclusiv mărește raportul semnal/zgomot, ceea ce majorează exactitatea funcționării lui.

Sarcina pusă este realizată prin aceea că debitmetrul optoelectronic, care include o conductă cu dispozitiv adaptiv de îngustare, încastrat în cea dintâi, un motor pas cu pas, unit mecanic cu dispozitivul adaptiv de îngustare, un captor de diferență a presiunilor, intrările căruia sunt unite cu conducta din ambele părți ale dispozitivului adaptiv de îngustare, un bloc de comandă, unit cu captorul de diferență a presiunilor și cu motorul pas cu pas, și un bloc de indicare, unit cu blocul de comandă, conține adăugător un bloc de emițătoare optice, un bloc de fotoreceptoare și un bloc de amplificare, intrările optice ale captorului de diferență a presiunilor fiind unite cu blocul de emițătoare optice, iar ieșirile optice fiind conectate la intrările blocului de fotoreceptoare, intrările căruia sunt unite cu blocul de amplificare, ieșirile blocului de amplificare și intrarea blocului de emițătoare optice sunt conectate la blocul de comandă, iar captorul de diferență a presiunilor este executat din fibre optice multimodice sau monomodice cu strângere cu puține moduri.

În acest caz dispozitivul adaptiv de îngustare este confecționat sub formă de diagramă iris, în calitate de bloc de comandă se utilizează un microprocesor, iar blocul de indicare este un display. Pentru lecturarea datelor de pe fișa de credit cu microcircuit, la microprocesor se conectează un bloc de lecturare a datelor.

Procedeul de fabricare a captorului de diferență a presiunilor constă în aceea că strângerea cu puține moduri se formează din fibre optice, încălzite și întinse, după ce peste strângerea obținută se toarnă compaund de silicon și acesta se polimerizează. Noutatea procedurii constă în aceea că pentru formarea strângerii cu puține moduri fibrele optice se încălzesc cu radiație laser monomodică neîntreruptă, dilatată preliminar cu ajutorul unei oglinzi cilindrice și focalizată de-a lungul fibrelor optice cu ajutorul celei de-a doua oglinzi cilindrice, iar temperatura încălzirii fibrelor optice în procesul întinderii se menține constantă prin ajustarea planului focarului celei de-a doua oglinzi cilindrice.

Construcția prezentată a debitmetrului optoelectronic dă posibilitatea obținerii tuturor datelor necesare pentru stabilirea debitului comercial al volumului sursei. Se exclude necesitatea utilizării unor captoare separate ale presiunii și temperaturii absolute a sursei (gazului, lichidului sau vaporilor). Utilizarea diafragmei iris în calitate de dispozitiv adaptiv de îngustare face posibilă reducerea erorilor în măsurarea debitului sursei, deoarece forma orificiului de îngustare este simetrică în raport cu axa sa și axa orificiului corespunde cu axa conductei. Sporește fiabilitatea și exactitatea funcționării debitmetrului. În cazul aplicării diafragmei iris a devenit posibilă amplasarea motorului pas cu pas din partea exterioară a conductei. Aceasta dă posibilitatea utilizării debitmetrului în conducte cu diametru mic, ceea ce extinde considerabil domeniul de aplicare a debitmetrului optoelectronic.

Utilizarea captorului de diferență a presiunilor, confecționat din fibre optice multimodice cu strângere cu puține moduri, face posibilă majorarea eficienței introducerii radiației optice, datorită căruia cea mai mare parte a energiei radiației optice trece prin

strângere sub formă de moduri de înveliș, se mărește zona de redistribuire a energiei între canalele de ieșire, se reduc dimensiunile relative ale neomogenităților și se majorează raportul semnal/zgomot și exactitatea măsurărilor.

În afară de aceasta, o astfel de confecționare a captorului de diferență a presiunilor dă posibilitatea majorării durtății lui mecanice.

Alierea fibrelor optice prin încălzirea cu radiație optică monomodică neîntreruptă de la sursa laser la temperatura constantă de încălzire în procesul întinderii asigură un astfel de regim de aliere, la care miezul de cuarț al fibrei optice nu-și schimbă proprietățile mecanice și optice și dă posibilitatea obținerii unei strângeri cu puține moduri dură mecanic, ceea ce sporește fiabilitatea funcționării captorului.

Lărgirea fluxului laser dă posibilitatea executării unei strângeri mai lungi și, prin urmare, a obținerii unui captor de diferență a presiunilor mai sensibil, ceea ce majorează exactitatea măsurărilor.

Invenția este explicată printr-un exemplu concret de realizare a ei și prin desene anexate, în care este reprezentat:

fig. 1, schema funcțională a debitmetrului optoelectronic invenției;

fig. 2, schema dispozitivului care realizează procedeul de fabricare a captorului de diferență a presiunilor cu fibre optice.

Debitmetrul optoelectronic (fig. 1) conform invenției conține o conductă 1, un dispozitiv de îngustare 2, executat sub formă de diagramă iris cu orificiu adaptiv 3, unit mecanic cu motorul pas cu pas 4, amplasat într-o cavitate ermetică 5 și unit cu blocul de comandă 11, un bloc de lectură a datelor 10 de pe fișa de credit cu microcircuit, blocul în cauză fiind unit cu una din intrările blocului de comandă 11, un captor 6 de diferență a presiunilor, executate din fibre optice multimodice cu strângere cu puține moduri, intrările captorului fiind unite cu blocul de emițătoare optice 7, iar ieșirile - cu blocul de fotoreceptoare 8, ieșirile cărora sunt unite cu intrările blocului de amplificare 9, ieșirile acestuia din urmă sunt conectate la blocul de comandă 11, unit cu blocul de indicare 12.

În fig.2 este prezentată schema unuia din dispozitivele posibile, care realizează procedeul propus de fabricare a captorului de diferență a presiunilor. Dispozitivul conține un laser monomodic 13 cu lungime activă a undei, absorbită eficient de către materialul fibrelor optice 14, o oglindă cilindră 15. Fibrele optice 14 se plasează de-a lungul axei oglinzii cilindrice 16 în planul focarului ei. Oglinda cilindră 16 este unită cu blocul de ajustare 17. Cu ajutorul acestui dispozitiv se formează strângerea 18 cu puține moduri.

Debitmetrul propus în cea mai bună variantă de realizare a lui funcționează în modul următor.

În stare inițială dispozitivul de îngustare 2 acoperă completamente conducta 1, captorul de diferență a presiunilor 6 măsurând presiunea excesivă (absolută) în conducta 1, valoarea memorizându-se în blocul de comandă 11, în calitatea căruia se utilizează un microprocesor. Consumatorul, cu ajutorul fișei de credit cu microcircuit, prin intermediul organului de lectură 10, plătește un anumit volum de resursă (gaz), după care microprocesorul 11 emite către motorul pas cu pas 4 un semnal de deschidere a dispozitivului de îngustare 2 până la valoarea nominală a orificiului 3. În cazul consumării resursei are loc scăderea presiunii în dispozitivul de înregistrare 2, care este transformată de captorul de diferență a presiunilor 6, de blocul de fotoreceptoare 8, de blocul de amplificare 9 în semnale electrice de ieșire, care intră în microprocesorul 11, unde transformă într-o valoare, proporțională diferenței normate, conform ecuației:

$$W = \frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2} \quad (1),$$

în care U_1 , U_2 sunt semnalele la ieșirile blocului de amplificare 9.

Diferența normată W este direct proporțională cu diferența de presiune. Microprocesorul 11, pe baza datelor obținute, calculează debitul de volum al resursei (gazului, lichidului sau vaporilor):

$$V_i = K \sqrt{W} + V_{i-1} \quad (2),$$

în care K este constanta de calibrare, $i=1, 2, 3, \dots, n$ sunt tactele de măsurare, V_i este valoarea debitului de volum la tactul i de măsurare.

Compensarea de temperatura a debitului măsurat de volum al resursei (gazului) se efectuează prin evaluarea indirectă a temperaturii gazului, și anume, prin măsurarea consecutivă în timp a diferenței normate pe diferite lungimi de undă $W\lambda_1$ și $W\lambda_2$, conectând alternativ emițătorul optic roșu și cel infraroșu al blocului 7. Diferența $\Delta W = W\lambda_1 - W\lambda_2$, calculată în microprocesorul 11, este proporțională devierii temperaturii gazului de la valoarea normată de 20°C, ceea ce face posibilă calcularea cu ajutorul microprocesorului 11 a temperaturii T a gazului și calcularea corespunzătoare a debitului comercial de volum:

$$V_{20} = 2,8924 \cdot \left(p / T \right) \cdot V \quad (3),$$

în care V este volumul gazului, în m^3 , măsurat în condiții de lucru; p este absolută a gazului, în kPa, măsurată în perioada când dispozitivul de îngustare este blocat, T este temperatura gazului, în grade Kelvin, V_{20} este volumul comercial al gazului, în m^3 , la temperatura de 20°C (293 grade K) și presiunea barometrică de 101,3 kPa.

Diapazonul larg de măsurare a debitmetrului se asigură prin schimbarea diametrului orificiului 3, menținând diferența de presiune într-un diapazon prestabilit ΔP .

Astfel, cu ajutorul diafragmei adaptive a dispozitivului de îngustare și al măsurărilor optice de diferit spectru ale diferenței de presiune, se exclude necesitatea unor captoare separate de presiune și temperatură absolută a resursei (gazului, lichidului sau vaporilor).

Realizarea procedurii propus de fabricare a captorului de diferență a presiunilor 6 se explică în exemplul de funcționare a dispozitivului prezentat în fig.2. Fibrele optice 14 multimodice sau monomodice, destinate pentru formarea strângerii 18 cu puține moduri în captorul de diferență a presiunilor 6, sunt amplasate pe axa oglinzii cilindrice 16. Cu ajutorul laserului monomodic 13, al oglinzilor cilindrice 15 și 16, amplasate ortogonal, se formează o zonă strânsă de încălzire a fibrelor optice 14 cu profil lent al câmpului de temperatură, asigurând prin aceasta condițiile de încălzire uniformă a fibrelor optice 14 aliate. Cu ajutorul blocului de ajustare 17 al oglinzii cilindrice 16 sunt dirijate dimensiunile și temperatura zonei de încălzire în procesul alierii fibrelor 14. Pe

sectorul iradiat fibrele optice 14 sunt încălzite până la temperatura de opalescență și cu ajutorul ajustării oglinzii 16 această temperatură se menține constantă în procesul întinderii lor ulterioare, formând în consecință strângerea 18 cu puține moduri (fig.2.).

Datorită faptului că fluxul de radiație a laserului monomodic are o distribuție gauss a energiei, zonele de încălzire au o cădere lentă a câmpului magnetic, excluzând prin aceasta formarea sarcinilor mecanice în fibrele optice 14 ale captorului de diferență a presiunilor.

Raportul semnal/zgomot al captorului de diferență a presiunilor, executat din fibre optice multimodice, este mai mare decât al celui executat din fibre optice monomodice. Acest efect este condiționat de aceea că nivelul capacității emițătorului optic, introdus în captorul de diferență a presiunilor din fibre optice multimodice, depășește considerabil nivelul capacității zgomotelor optice, create de neomogenitățile și reflecțiile în regiunea strângerii 18 cu puține moduri. Alți parametri principali ai captorului propus de diferență a presiunilor din fibre optice multimodice, în particularitate, sensibilitatea și precizia, corespund parametrilor captorului de diferență a presiunilor executat din fibre optice monomodice, deoarece la confecționarea lui cu ajutorul încălzirii cu laser se formează strângerea 18 cu puține moduri.

Utilizarea noilor operațiuni de confecționare a strângerii 18 cu puține moduri prin încălzirea multimodice și prin stabilizarea temperaturii zonei de aliere dă posibilitatea, spre deosebire de încălzirea cu arc electronic a fibrelor optice, a majorării durității mecanice a zonei sensibile, aceasta constituind-o strângerea 18 cu puține moduri, prin urmare și a fiabilității captorului de diferență a presiunilor 6. În procedeele cunoscute de fabricare a derivatoarelor biconice nu s-a luat în considerare domeniul de utilizare, specificul exploatării captoarelor de diferență a presiunilor și a debitmetrelor cu căderi considerabile de presiune. Noutatea procedurii propuse de fabricare a captorului de diferență a presiunilor pe baza fibrelor optice multimodice sau monomodice constă anume în faptul că el ia în considerare domeniul de utilizare și este optimizat pentru producerea captoarelor de diferență a presiunilor și a debitmetrelor cu fiabilitate sporită de exploatare.