

Винахід відноситься до вимірювальної техніки і може бути використаний для визначення показника заломлення рідких і газоподібних середовищ.

Відомий пристрій для виміру щільності рідини, що містить прозорий резервуар для досліджуваної рідини, лазерний генератор, спрямовані промені якого подаються в резервуар, шість відбивачів, укріплених на внутрішніх стінках резервуара, які послідовно відбивають світлові промені, індикаторна пластина з флуоресціюючою оболонкою, на яку надходить промінь від останнього відбивача. Положення світлового променя на пластині відповідає щільності рідини (заявка Японії №63-62693, МКІ G01N21/41, G01N9/24, 1986р.).

Недоліком цього пристрою є низька точність виміру мутних, непрозорих середовищ, обумовлена впливом рідини, що розсіює світловий промінь, а також розмітністю границь світлової плями на індикаторній пластині.

Відомий також прилад для визначення щільності речовин з використанням коефіцієнта заломлення світла, що містить перемикаючий клапан, який приєднує до іспитової камери по сигналу "Початок виміру" канал з досліджуваною рідиною і канал з рідиною, що служить для корегування результатів вимірів, наприклад, з дистильованою водою, систему для подачі згаданих рідин, схему, що здійснює з заданою частотою по сигналу "Початок виміру" розгорнення зображення, отриманого за допомогою давачів, схему реєстрації вимірів (заявка Японії №61-8933, МКІ G01N9/24, G01N21/43, 1986р.).

Недоліком цього пристрою є похибка, обумовлена неідентичністю каналів з вимірюваною і зразковою рідинами.

Найбільш близьким до винаходу по технічній сутності є пристрій, що реалізує спосіб виміру показника заломлення, та містить послідовно з'єднані джерело випромінювання, щільний обмежник, прозору циліндричну кювету і фотоприймач (патент України №6711, МКІ G01N21/41, 1994р.).

Недоліком відомого пристрою є низька точність, обумовлена впливом температури навколишнього середовища і досліджуваних газоподібних і рідких середовищ та забруднення внутрішньої поверхні прозорої циліндричної кювети на результати вимірювання.

В основу винаходу поставлена задача створити пристрій для виміру показника заломлення, у якому введення нових блоків дозволило б враховувати фактори, що впливають на результати вимірювання, вводити виправлення в результат вимірювання і за рахунок цього підвищити точність вимірювання показника заломлення.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій, що містить послідовно з'єднані джерело випромінювання, щільний обмежник, прозору циліндричну кювету і фотоприймач, введені блок реєстрації та управління, послідовно з'єднані термостат з входом води, що стабілізує температуру, та теплообмінник з виходом води, що стабілізує температуру, два змійовики, які знаходяться у теплообміннику, вхід першого змійовика призначений для подачі дистильованої води, а вхід другого змійовика призначений для подачі вимірюваної речовини, два клапани, перший та другий входи першого клапана з'єднані відповідно з виходом першого змійовика та першим виходом блока реєстрації та управління, перший та другий входи другого клапана з'єднані відповідно з виходом другого змійовика та другим виходом блока реєстрації та управління, трійник, входи якого з'єднані з виходами клапанів і вихід якого з'єднаний з прозорою циліндричною кюветою та вологонепроникний посуд, в якому знаходяться джерело випромінювання, щільний обмежник, прозора циліндрична кювета та фотоприймач, при цьому вологонепроникний посуд має тепловий контакт з термостатом.

Сутність винаходу полягає в тім, що введені елементи пристрою: блок реєстрації та управління, термостат, теплообмінник, два змійовики, два клапани, трійник та вологонепроникний посуд дозволяють при використанні дистильованої води чи повітря як зразкової міри визначати складові похибки вимірювання, обумовлені зміною температури навколишнього середовища і досліджуваного рідкого чи газоподібного середовища і вводити виправлення в результат виміру показника заломлення досліджуваного середовища.

На кресленні наведена блок-схема пристрою для виміру показника заломлення.

Пристрій для виміру показника заломлення містить послідовно з'єднані джерело 1 випромінювання, щільний обмежник 2 світлового потоку, прозору циліндричну кювету 3, фотоприймач 4, блок 5 реєстрації та управління, послідовно з'єднані термостат 6 з входом води, що стабілізує температуру, та теплообмінник 7 з виходом води, що стабілізує температуру, два змійовики 8 та 9, які знаходяться у теплообміннику 7, вхід змійовика 8 призначений для подачі дистильованої води, а вхід змійовика 9 призначений для подачі вимірюваної речовини, клапан 10, перший вхід якого з'єднаний з виходом змійовика 8, клапан 11, перший вхід якого з'єднаний з виходом змійовика 9, а другі входи клапанів 10 та 11 з'єднані з блоком 5 реєстрації та управління, трійник 12, входи якого з'єднані з виходами клапанів 10 та 11, а вихід з'єднаний з прозорою циліндричною кюветою 3 та вологонепроникний посуд 13, в якому знаходяться джерело 1 випромінювання, щільний обмежник 2, прозора циліндрична кювета 3 та фотоприймач 4, при цьому вологонепроникний посуд 13 має тепловий контакт з термостатом 6.

Джерелом 1 випромінювання може служити світлодіод, наприклад, типу АЛ107Б. Щільний обмежник 2 виконують з непрозорого матеріалу, наприклад, текстоліту, із краями щільни, розташованими відповідно на відстані $a/2$ і $b/2$ від площини відліку, що проходить через вісь прозорої циліндричної кювети 3, за умови $b > a$, де a , b , c відповідно внутрішній, зовнішній діаметри і показник заломлення матеріалу стінок кювети 3. Прозора циліндрична кювета 3 може бути виконана у виді скляної трубки довжиною 20мм, із внутрішнім $a=5$ мм і зовнішнім $b=9$ мм діаметрами і показником заломлення матеріалу стінок кювети 3 $c > 1,55$. Фотоприймачем 4 може служити лінійний прилад із зарядовим зв'язком типу TSL401. Блок 5 реєстрації та управління виконаний на аналого-цифровому перетворювачі типу LTC1392 та мікропроцесорі типу Atmega16, призначеному для обробки вихідних електричних сигналів фотоприймача 4 з метою визначення показника заломлення досліджуваного середовища, що знаходиться в кюветі 3 по відстані границь світлотіні від площини відліку та формування сигналів управління клапанами 10 та 11, Термостат 6 та теплообмінник 7 можуть бути виготовлені у вигляді порожнистих циліндрів з нержавіючої сталі. Змійовики 8 та 9 можна виконати з мідної трубки з внутрішнім діаметром 10мм, які герметично кріпляться всередині теплообмінника 7. Клапани 10, 11 та

трійник 12 призначені для переключення потоків зразкової міри та вимірюваної величини і не мають конструктивних особливостей. Вологонепроникний посуд 13 можна виготовити з нержавіючої сталі і закріпити всередині термостату 6.

Пристрій для виміру показника заломлення працює в такий спосіб. У першому такті роботи пристрою блок 5 реєстрації та управління формує сигнал, що подається на вхід клапану 10 і через змійовик 8, відкритий клапан 10 та трійник 12 в прозору циліндричну кювету 3 вводиться дистильована вода або повітря, що слугають зразковою мірою. Після цього блок 5 реєстрації та управління фіксує результат виміру показника заломлення зразкової міри:

$$No1 = Kп(1 + \delta1)n_o, \quad (1)$$

де $Kп$ - номінальний коефіцієнт передачі пристрою, $\delta1$ - відносна зміна коефіцієнта передачі пристрою в першому такті роботи, n_o - показник заломлення зразкової міри (при 20°C показник заломлення дистильованої води $n_o=1,3329$, повітря $n_o=1,0$).

В другому такті роботи пристрою блок 5 реєстрації та управління формує сигнал, що подається на вхід клапану 11 і через змійовик 9, відкритий клапан 11 та трійник 12 в прозору циліндричну кювету 3 вводиться вимірювана рідина. Після цього блок 5 реєстрації та управління фіксує результат виміру показника заломлення вимірюваної речовини:

$$N_{ж2} = Kп(1 + \delta2)n_{ж}, \quad (2)$$

де $n_{ж}$ - показник заломлення вимірюваної речовини; $\delta_{ж}$ - відносна зміна коефіцієнта передачі пристрою в другому такті роботи.

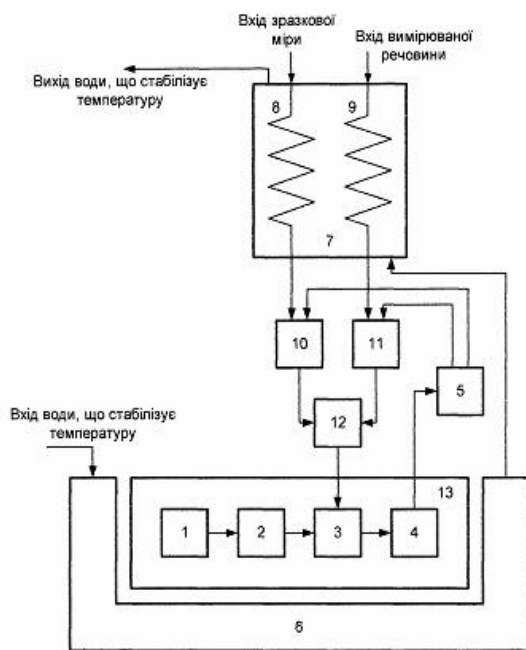
У результаті двох тактів роботи пристрою блок 5 реєстрації та управління з урахуванням формул (1) і (2) формує сигнал:

$$n_{ж} = n_o \cdot \frac{N_{ж2}(1 + \delta_1)}{N_{в1}(1 + \delta_2)}, \quad (3)$$

Відповідно до формули (3) похибка виміру показника заломлення досліджуваної рідини $n_{ж}$ буде мінімальною за умови, що величини $No1$ та $N_{ж2}$ визначаються з мінімальною похибкою, обумовленою дискретністю перетворення, та за умови, що $\delta1=\delta2$. Величини $No1$ та $N_{ж2}$ можуть бути визначені з високою точністю, наприклад зазначений аналого-цифровий перетворювач тилу LTC1392 має двійкову розрядність 10, що повністю задовольняє метрологічні вимоги до точності такого класу пристроїв. Для виконання рівняння $\delta1=\delta2$ варто враховувати наступні основні фактори: вплив температури навколишнього середовища на результати вимірювання і відмінність температури зразкової міри і досліджуваної речовини. Перший фактор можна не брати до уваги, якщо температурні умови навколишнього середовища протягом циклу вимірювання залишаються незмінними, що виконується за умови, коли тривалість першого і другого тактів роботи пристрою не перевищує кількох хвилин, а джерело випромінювання, щільний обмежник, прозора циліндрична кювета і фотоприймач знаходяться у термостаті. Для зменшення впливу другого фактора на результат виміру показника заломлення необхідно забезпечити рівність температур зразкової міри і досліджуваної речовини, що досягається введенням теплообмінника, який має однакову температуру з термостатом, що забезпечується водою, яка протікає крізь термостат та теплообмінник.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що похибка виміру показника заломлення описуваним пристроєм не перевищила $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ при зміні температури навколишнього середовища від 15 до 40°C, що у десять разів менше похибки при вимірі показника заломлення відомим пристроєм у тих же умовах.

Введення в пристрій для виміру показника заломлення нових елементів: блоку реєстрації та управління, термостату, теплообмінника, двох змійовиків, двох клапанів, трійника та вологонепроникного посуду вигідно відрізняє описуваний пристрій від відомого, тому що підвищується точність виміру показника заломлення досліджуваної речовини, що дозволяє розширити сферу застосування пристрою для виміру показника заломлення.



Фіг.