

Винахід відноситься до фотометричних пристроїв, заснованих на вимірі інтенсивності випромінювання при проходженні через аналізовану речовину, зокрема для автоматичного визначення змісту різних домішок у забрудненій воді, зміст яких стохастично змінюється в широких межах, може знайти застосування в різних галузях промисловості.

Відомий двопроменевий фотометр, що містить джерело модульованого світла, еталонний і вимірювальний тракти, перший фотоперетворювач, підключений до одного з входів обчислювального пристрою, до іншого входу якого підключене джерело опорної напруги, через перший комутатор електричних сигналів, вихід обчислювального пристрою з'єднаний із входом першої схеми порівняння, а її вихід - з керуючим входом першого фотоперетворювача. Друге джерело модульованого світла підключене до входу другого фотоперетворювача, входи якого через додаткові оптичні тракти зв'язані з першим і другим джерелами другого комутатора, вхід якого з'єднаний з виходом другого фотоприйомоперетворювача другої схеми порівняння з подільником, підключеним до одного з її входів. Другий вхід цієї схеми порівняння підключений до одного з виходів другого комутатора, інший вихід якого з'єднаний з подільником. Вихід другої схеми порівняння через підсилювач і третій комутатор, з'єднаний з входом другого джерела світла, а вихід пристрою, що віднімає, через четвертий комутатор з'єднаний з другим входом першої схеми порівняння [А.с. №13831105 СССР, кл. G01J 1/44, 1988].

Недоліком цього пристрою є обмеженість діапазону виміру змісту речовин у воді, що характеризуються значним світлопоглинанням.

Найбільш близьким технічним рішенням до винаходу є двоканальний фотометр, що містить послідовно встановлені оптичний випромінювач, модулятор, робочу й еталонну кювети, оптичний фільтр і послідовно з'єднані приймач випромінювання, пристрій поділу сигналів і прилад, що реєструє (реєстратор), блок стабілізації світлового потоку, вхід якого з'єднаний із другим виходом пристрою поділу сигналів, а вихід - з оптичним випромінювачем [А.с. №890082 СССР, кл. G01J 1/44, 1981].

Однак відомий пристрій не забезпечує вимір контрольованої величини, світлопоглинаючі властивості якої змінюються в широких межах. Крім того, при значному підвищенні концентрації контрольованої речовини в рідині керуючий сигнал, який подається на випромінювач, може досягти критичних значень і вивести з ладу джерело світла, знижуючи тим надійність пристрою при його використанні.

В основі винаходу лежить завдання створити фотометр, у якому за рахунок введення нових конструктивних елементів було б забезпечене автоматична зміна меж виміру, що виключає помилкові переключення діапазонів, а випромінювач експлуатувався б тільки в припустимих режимах і за рахунок цього підвищити надійність приладу.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що у фотометр, що містить послідовно встановлені оптичний випромінювач, модулятор, робочу й еталонну кювети, оптичний фільтр і послідовно з'єднані приймач випромінювання, пристрій поділу сигналів і прилад, що реєструє, блок стабілізації світлового потоку, другий вихід пристрою поділу сигналів з'єднаний з входом блоку стабілізації світлового потоку, а перший вихід останнього з'єднаний з оптичним випромінювачем відповідно до винаходу додатково введені масштабуючий пристрій, блок розширення меж виміру, виконавчий механізм, причому робоча кювета виконана двосекційною, блок розширення меж виміру включає послідовно з'єднані датчик варіативної зони і пристрій обліку часу перебування рідини в робочій кюветі, останній містить формувач тимчасового інтервалу, суматор, перше і друге джерела керуючого сигналу, аперіодичну ланку, перший і другий ключі, при цьому масштабуючий пристрій включений між виходом пристрою поділу сигналів і входом приладу, що реєструє, другий вихід блоку стабілізації світлового потоку з'єднаний з входом датчика варіативної зони, вихід останнього з'єднаний з керуючим входом першого ключа, сигнальний вхід якого з'єднаний з виходом першого джерела керуючого сигналу, сигнальний вихід першого ключа з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого з'єднаний з формувачем тимчасового інтервалу, вихід суматора через аперіодичну ланку зв'язаний з керуючим входом другого ключа, перший і другий сигнальні входи останнього з'єднані з першим і другим виходами другого джерела керуючого сигналу, перший сигнальний вихід другого ключа з'єднаний з виконавчим механізмом, зв'язаним з другою секцією робочої кювети, а другий сигнальний вихід з'єднаний з другим входом масштабуючого пристрою.

Використання в пристрої робочої кювети, виконаної з двох секцій, дозволяє дискретно змінювати товщину шару розчину, через який проходить світловий потік від оптичного випромінювача, шляхом подачі аналізованої рідини в обидві секції чи в одну з них. Цим досягається дискретна зміна інтенсивності світлового потоку на виході робочої кювети, обумовленої залежностями

$$\Phi_{11} = \Phi_0 \exp(-kCl_1); \quad (1)$$

$$\Phi_{12} = \Phi_0 \exp(-kCl_2); \quad (2)$$

де Φ_0 - інтенсивність світлового потоку на вході в робочу кювету;

Φ_{11} , Φ_{12} - інтенсивності світлових потоків на виході з робочої кювети, рідина в якій знаходиться в одній і двох секціях відповідно;

K - коефіцієнт поглинання середовища;

C - концентрація контрольованої речовини в рідині;

l_1 , l_2 - значення товщини шару рідини в кюветі, при

$$\Phi_0 = \text{const} \quad C = \text{const} \quad l_1 > l_2 \quad (3)$$

маємо $\Phi_{11} < \Phi_{12}$

Якщо Φ_0 змінюється в обмежених межах

$$\Phi_{0\min} \leq \Phi_0 \leq \Phi_{0\max}; \quad (4)$$

$$\Delta\Phi_0 \leq \Phi_{0\max} - \Phi_{0\min}; \quad (5)$$

з метою стабілізації величини

$$\Phi_I = \Phi_{I_{\text{зад}}} \quad (6)$$

то для значень C існує визначений інтервал

$$C_{\min} \leq C \leq C_{I_{\max}}; \quad (7)$$

$$\Delta C_I \leq C_{I_{\max}} \leq C_{\min}; \quad (8)$$

при якому умова (6) виконується. Межові значення інтенсивностей випромінювання на виході робочої кювети запишуться у вигляді:

$$\Phi_I = \Phi_{0_{\min}} \exp(-k I_1 C_{\min}); \quad (9)$$

$$\Phi_I = \Phi_{0_{\max}} \exp(-k I_1 C_{\max}); \quad (10)$$

Якщо товщину шару розчину в кюветі вибрати рівної l_3 , при якій виконується умова

$$\Phi_I = \Phi_{0_{\min}} \exp(-k I_2 C_{\max}); \quad (11)$$

то використання такої кювети дозволить вимірювати концентрації контрольованої речовини в нових межах

$$C_{I_{\max}} \leq C \leq C_{2_{\max}}; \quad (12)$$

$$\Delta C_2 \leq C_{2_{\max}} \leq C_{I_{\max}}; \quad (13)$$

що вказує на можливість розширення діапазону вимірюваних величин.

Для одержання безупинного діапазону виміру параметра C необхідні значення товщини шару рідини в робочій кюветі вибирати, виходячи із співвідношення

$$l_1 / l_2 = \Delta C_2 / \Delta C_1; \quad (14)$$

$$\Delta \Phi_0 = \text{const} \quad (15)$$

Введення в прилад масштабуючого пристрою обумовлено необхідністю введення в тракт виміру сигналу, функціонально зв'язаного з величиною C , коефіцієнта пропорційності A обумовленого залежністю

$$A = (\Phi_{0I_{\max}} \cdot \Phi_{0I_{\min}}) \exp(l_1 / l_2) \quad (16)$$

що дозволяє одержувати сигнал, який надходить на вимірювальний прилад пропорційний абсолютному значенню контрольованої ординати.

Блок розширення границь виміру в пристрої залежно від умов експлуатації оптичного випромінювача формує керуючі сигнали, які подаються на масштабуючий пристрій і виконавчий механізм для зміни меж виміру інтенсивностей світлового потоку. Його введення в прилад обумовлено стабілізацією інтервалу (4) зміни інтенсивностей випромінювача, вибір якого визначається за межами - припустимих умов експлуатації освітлювача і концентраційною чутливістю пристрою. Це сприяє підвищенню надійності випромінювача, робота якого допускається лише в номінальних режимах.

Виконавчий механізм, введений у фотометр, призначений для підключення однієї із секцій робочої кювети до джерела аналізованої рідини.

Датчик варіативної зони, що входить до складу блоку розширення меж виміру, дозволяє контролювати умови експлуатації оптичного випромінювача і формувати сигнали при досягненні контрольованим параметром граничних значень припустимого інтервалу (варіативної зони) при виконанні умов

$$\Phi_0 = \Phi_{0I_{\max}}; \quad \Phi_0 = \Phi_{0I_{\min}}; \quad (17)$$

Пристрій обліку часу перебування рідини в робочій кюветі, що входить до складу блоку розширення меж виміру, дозволяє враховувати тривалість відхилення контрольованої величини, функціонально взаємозалежної з концентрацією контрольованої речовини в рідині. Для різних водяних систем, наприклад, стічних вод, характерна короткочасна зміна вмісту інгредієнтів, порушення суцільності середовища (утворення пухирців у результаті турбулізації чи рідини хімічних реакцій між різними інгредієнтами у воді, що супроводжуються виділенням газу) та ін. Ці фактори можуть істотно впливати на світлопропущення рідини в робочій кюветі, що може викликати помилкові спрацьовування блоку розширення меж виміру. Для усунення таких небажаних явищ пристрій обліку часу перебування рідини в робочій кюветі здійснює затримку керуючих сигналів, що надходять на виконавчий механізм і масштабуючий пристрій на час t , обумовлений залежністю

$$0.5(t_0 - \tau) \leq t \leq (t_0 - \tau), \quad (18)$$

де t_0 - середній час перебування рідини в робочій кюветі;

τ - час запізнювання елементів тракту формування керуючого сигналу.

Оскільки структура потоку рідини в робочій кюветі найчастіше відповідає моделі ідеального змішання, то середнє значення t_0 можна визначити з виразу:

$$t_0 = (V_1 + V_2) / G, \quad (19)$$

де V_1 , V_2 - обсяги рідини в першій і другій секціях кювети відповідно;

G - витрата рідини через кювету.

Для формування величини t в пристрої обліку часу перебування рідини в робочій кюветі міститься перший ключ, на керуючий вхід якого надходить вихідний сигнал з датчика варіативної зони. Із сигнального виходу ключа напруга від першого джерела керуючого сигналу подається на суматор, до другого входу якого підключений формувач тимчасового інтервалу, а до виходу - аперіодична ланка. Далі сигнал з аперіодичної ланки надходить на керуючий вхід другого ключа. Оскільки вихідний сигнал з аперіодичної ланки змінюється за експонентним законом, то він досягне порога спрацьовування другого ключа через час, обумовлений параметрами аперіодичної ланки і величиною сигналу, що надходить на суматор з формувача тимчасового інтервалу. Таким чином, керуючі сигнали від другого джерела через сигнальні входи другого ключа надходять на виконавчий механізм і

масштабуючий пристрій лише при тенденції постійного відхилення контрольованої величини, що має місце, від умовного межуючого значення. В інших випадках, що характеризуються короткочасним відхиленням контрольованої ординати від граничного значення, переключення у відзначених вище елементах пристрою не відбуваються.

На фіг.1 приведена блок-схема пропонованого фотометра, на фіг.2 наведені залежності зміни керуючого сигналу на вході випромінювача від контрольованої величини, на фіг.3 показані тимчасові діаграми вихідних сигналів елементів пристрою обліку часу перебування рідини в робочій кюветі.

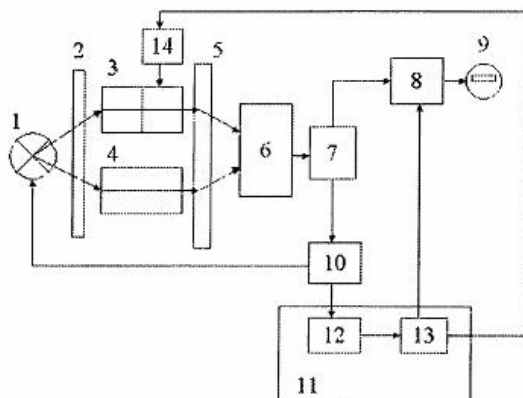
Фотометр містить послідовно встановлені оптичний випромінювач 1, модулятор 2, двосекційну робочу 3 і еталонну 4 кювети, оптичний фільтр 5 і послідовно з'єднані приймач випромінювання 6, пристрій поділу сигналів 7, масштабуючий пристрій 8 (атенюатор, керований напругою), реєструючий прилад 9 (цифровий вольтметр), другий вихід пристрою поділу сигналів 7 з'єднаний із входом блоку стабілізації світлового потоку 10, а перший вихід останнього з'єднаний з оптичним випромінювачем 1. Другий вихід блоку стабілізації світлового потоку 10 з'єднаний із блоком розширення меж виміру 11. Блок 11 містить послідовно з'єднані датчик варіативної зони 12 (компаратор) і пристрій обліку часу перебування рідини в робочій кюветі 13. Перший вихід блоку розширення меж виміру 11 з'єднаний з виконавчим механізмом 14, а другий - з другим входом масштабуючого пристрою 8. У пристрої обліку часу перебування рідини в робочій кюветі 13 містяться перший ключ 15, до сигнального входу якого підключене перше джерело керуючого сигналу 16 (стабілізоване джерело постійної напруги), а вихід з'єднаний з першим входом суматора 17, другий вхід якого підключений до виходу формувача тимчасового інтервалу 18 (кероване стабілізоване джерело напруги), а вихід через аперіодичну ланку 19 з'єднаний з керуючим входом другого ключа 20 (тригери з ключами). Перший і другий сигнальні входи ключа 20 з'єднані з першим і другим виходами другого джерела керуючих сигналів 21.

На фіг.2 і 3 прийняті такі позначення: U_{101} , U_{102} - нижній і верхній граничні значення варіативної зони вихідного сигналу з блоку стабілізації світлового потоку 10; U_i - вихідні сигнали з відповідних i -х елементів пристрою, зображених на схемі; U_{C20} - значення порога спрацьовування другого ключа 20; t_{10} - тривалість відхилення вихідного сигналу з блоку 10 від його гранично - припустимого значення; t_1, t_2, t_3 - час переходу на нову межу виміру контрольованої величини; C_{min} , C_{1max} , C_{2max} - граничні значення контрольованої величини, вимірюваної із застосуванням однієї (1) і двох (2) секцій робочої кювети.

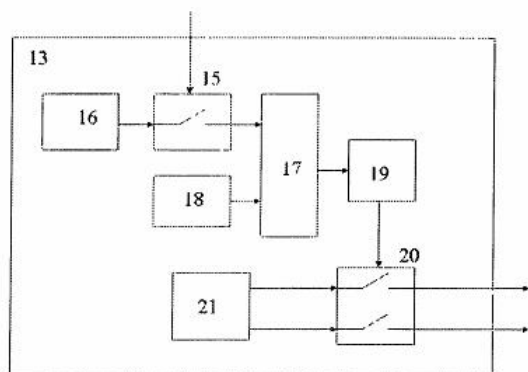
Фотометр працює таким чином. Світловий потік від оптичного випромінювача 1 за допомогою модулятора 2 попадає по черзі на робочу 3 і еталонну 4 кювети, через які пропускаються аналізована й еталонна рідини відповідно. Від взаємодії пучка випромінювання однакової вхідної інтенсивності з робочим і еталонним середовищами в кюветах 3,4 на їхньому виході виникає світловий потік, що проходить через оптичний фільтр 5 і попадає на приймач випромінювання 6. На виході приймача 6 формується сигнал, функціонально зв'язаний із змістом речовин, що знаходяться в кюветах 3 і 4. Далі сигнал надходить на пристрій 7, в якому підсилюється і розділяється таким чином, що перший сигнал пропорційний відношенню інтенсивностей на виході еталонної і робочої кювет подається через масштабуючий пристрій 8 на реєструючий прилад 9, а другий, функціонально взаємозв'язаний із світлопропусканням аналізованої речовини в контрольованому середовищі робочій кюветі 3, надходить на вхід блоку стабілізації світлового потоку 10. У блоці 10 сигнал порівнюється з опорним сигналом. При виникненні сигналу неузгодженості на виході блоку 10 утворюється безупинний керуючий сигнал U_{10} , що впливає на оптичний випромінювач таким чином, щоб усунути сигнал неузгодженості в блоці 10. При цьому діапазон варіювання керуючого сигналу обмежений двома границями U_{101} , U_{102} заданого інтервалу. Якщо цей сигнал досягне одного (U_{102}) із граничних значень, то в блоці розширення лімітів виміру 11, що включає в себе датчик варіативної зони 12 із пристроєм спрацьовування при двох граничних значеннях, з'єданого входом із другим виходом блоку 10, утвориться сигнал U_{12} . Далі цей сигнал надходить на керуючий вхід ключа 15 пристрою обліку часу перебування рідини 13 в робочій кюветі. Через сигнальний вхід ключа 15 керуючий сигнал із джерела 16 надходить на вхід суматора 17 і з виходу останнього через аперіодичну ланку 19 на керуючий вхід другого ключа 20. Оскільки сигнал на виході аперіодичної ланки 19 змінюється за експонентним законом, то він досягає порога спрацьовування U_{C20} ключа 20, через якийсь час t , що залежить від параметрів ланки 19 і величини сигналу U_{18} що надходить на другий вхід суматора 17 від формувача 18. Після спрацьовування ключа 20 в деякий момент часу t_j через перший і другий сигнальні його входи керуючі сигнали U_{21} від другого джерела керуючого сигналу 21 надходять на другий вхід масштабуючого пристрою 8 і на виконавчий механізм 14, керуючий подачею потоку аналізованого середовища в одну із секцій робочої кювети 3, забезпечуючи тим зміну меж виміру контрольованої величини. Подвійна робоча кювета використовується при вимірах абсолютних значень контрольованої величини в інтервалі від C_{min} до C_{1max} , а одна секція при значеннях від C_{min} до C_{2max} . Перехід для проведення вимірів з використанням двох секцій робочої кювети відбувається відомим чином при досягненні контрольованою величиною U_{10} верхнього граничного значення U_{102} на використаному діапазоні, а назад - при досягненні граничного значення, рівного U_{101} .

Як об'єкт дослідження при перевірці його працездатності використовувалася стічна вода мийно-збирального корпусу депо, що містить масла. Концентрація масел у забрудненій воді змінювалася в широких межах. Запропонований фотометр у порівнянні з прототипом, у якості якого взятий двоканалний фотометр (Ас. №890082 ССРСР, кл. G01J 1/44, 1981), має переваги, що полягають у розширенні діапазону вимірюваних величин і підвищенні надійності пристрою, досягнутих зміною товщини шару розчину в робочій кюветі й експлуатацією оптичного випромінювача в режимах, що не перевищують гранично припустимих значень. Він може

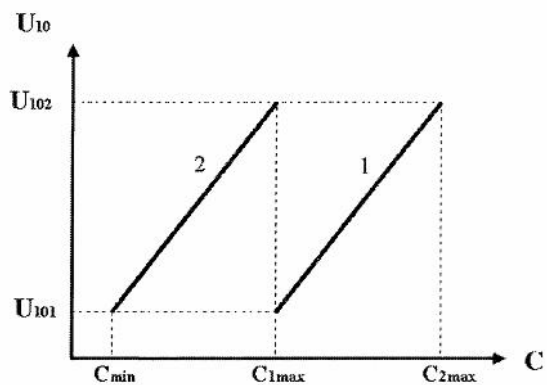
використовуватися не тільки для контролю забрудненої води на мийно-збиральних комплексах транспортних підприємств з оборотним водопостачанням, але і для аналізу рідких середовищ на різних промислових технологічних об'єктах. Прилад може бути реалізований на серійних елементах. Відрізняється простотою налаштування і надійністю в експлуатації. Використання запропонованого фотометра в порівнянні з прототипом дозволяє в 2,3 рази розширити межі виміру контрольованого параметра і не менше, ніж у 2 рази збільшити термін служби випромінювача. Ефективність контролю вимірюваних величин при цьому не знижується.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

