

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, зокрема до спектрофотометрії і може знайти використання для абсолютних вимірювань спектральних коефіцієнтів відбиття (пропускання) зразків в видимій та ближній УФ і ІЧ ланках спектра.

Відомий пристрій для вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття, який складається з фотометричної кулі з отворами для введення монохроматичного жмуту випромінювання, для фотоприймача та для досліджуваного зразка, в якому між досліджуваним зразком і фотоприймачем розміщений непрозорий екран, який не допускає попадання випромінювання безпосередньо відбитого від досліджуваного зразка на чутливий елемент фотоприймача ще до того, як це випромінювання відіб'ється від внутрішньої поверхні кулі [1].

Недоліком даної конструкції фотометричної кулі (ФК) є те, що наявність непрозорого екрану всередині сферичної порожнини не виключає систематичної похибки, зумовленої втратами випромінювання на технічних отворах ФК, що призводить до зниження точності визначення спектральних коефіцієнтів дифузного і змішаного відбиття (пропускання).

Найбільш близькою по технічній суті є конструкція ФК, яка складається з фотометричної кулі з отворами для введення монохроматичного випромінювання та для розміщення фотоприймача і зразка відбиття [2] і має між фотоприймачем та досліджуваним зразком екран, частково прозорий для випромінювання відбитого від поверхні досліджуваного зразка в напрямі чутливого елемента приймача випромінювання. Використання такого екрану з заданим коефіцієнтом пропускання дає змогу в деякій мірі компенсувати витрати випромінювання на технічних отворах сфери шляхом додаткового засвітлення чутливого елемента приймача випромінювання.

Недоліком взятого за прототип пристрою для абсолютних вимірювань спектральних коефіцієнтів дифузного відбиття є те, що він не забезпечує необхідної точності і надійності вимірювань. Причина цих недоліків полягає в тому, що втрати випромінювання на отворах ФК істотно залежать від довжини хвилі випромінювання відбитого від поверхні зразка, тому для усунення відповідної систематичної похибки необхідно при зміні довжини хвилі опромінення змінювати коефіцієнт пропускання екрану, що є неможливим при використанні взятої за прототип конструкції [2]. Підібрати частково прозорий екран, коефіцієнт пропускання якого $\tau(\lambda)$ у всьому спектральному діапазоні вимірювань змінювався б в залежності від довжини хвилі заданим чином також неможливо, особливо якщо врахувати, що вказана залежність визначається не тільки спектральними параметрами елементів конструкції ФК, але й залежністю від довжини хвилі коефіцієнта відбиття (пропускання) самого досліджуваного зразка, розміщеного в одному з отворів ФК.

В основу модифікації конструкції заявленого пристрою поставлена мета підвищення точності та надійності абсолютних вимірювань спектральних коефіцієнтів відбиття (пропускання) у всьому діапазоні зміни довжини хвилі випромінювання.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в ФК з отворами для введення монохроматичного випромінювання, фотоприймача та досліджуваного зразка, згідно з пропозицією, між досліджуваним зразком і фотоприймачем розміщена діафрагма зі змінним діаметром, наприклад, ірисова діафрагма, діаметр отвору d якої вибирається в відповідності до довжини хвилі опромінення таким чином, щоб відношення світлового потоку, який попадає через отвір діафрагми на поверхню приймача випромінювання, до світлового потоку, який попадає на цю поверхню при повністю відкритій діафрагмі дорівнювало значенню коефіцієнту пропускання $\tau(\lambda)$, який визначається за формулою

$$\tau(\lambda) = \frac{\Phi_d(\lambda)}{\Phi_n} = \frac{1}{1 + R_0(\lambda)},$$
$$R_0(\lambda) = \frac{[1 - \rho_0(\lambda)]S}{\sum_{i=1}^n [\rho_0(\lambda) - \rho_i(\lambda)]S_i};$$

де

$\Phi_d(\lambda)$, Φ_n - світловий потік, який поступає на фотоприймач на довжині хвилі λ через отвір діафрагми діаметром d , та при повністю відкритій діафрагмі відповідно;

S , S_i - площа внутрішньої поверхні ФК та i -го отвору відповідно;

$\rho_0(\lambda)$, $\rho_i(\lambda)$ - спектральні коефіцієнти відбиття внутрішній поверхні ФК та елементу розташованого у i -му отворі відповідно;

n - кількість технічних отворів ФК.

Відмітні ознаки запропонованої ФК дають змогу істотно підвищити точність і надійність вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття (пропускання) у всьому спектральному діапазоні вимірювань.

Конструювання запропонованого пристрою здійснюється наступним чином. Спочатку виготовляється діафрагма, яка дозволяє змінювати засвітку чутливого елемента приймача від повної до нульової. Потім проводиться калібрування діафрагми по пропусканню, тобто знаходиться залежність коефіцієнту пропускання діафрагми $\tau(\lambda)$ від діаметра її отвору d . Для цього на відповідному стенді імітується геометричне розташування системи "випромінювач - зразок - діафрагма - приймач випромінювання" і для відповідних положень рукоятки, яка регулює величину діаметра d , обчислюється коефіцієнт пропускання $\tau(\lambda)$, який знаходиться експериментальним шляхом як відношення вихідного сигналу фотоприймача N при даному d до його сигналу N_{\max} при такому відкритті діафрагми, яке відповідає повному опроміненню поверхні фотоприймача. На основі отриманих даних створюється таблиця залежності $\tau(\lambda)$ від діаметра d або положення рукоятки, яка змінює цей діаметр. Це дає можливість при розташуванні діафрагми в ФК і виведенні рукоятки за межі ФК розмістити за нею шкалу, яка б однозначно пов'язувала положення рукоятки з коефіцієнтом пропускання діафрагми і дозволяла при зміні довжини хвилі опромінення відповідно змінювати і значення цього коефіцієнту. При цьому при калібруванні діафрагми може бути використано

будь який дифузно відбиваючий зразок, зокрема з великим коефіцієнтом відбивання для підвищення відношення сигнал/шум при вимірюванні значень N і N_{\max} , що особливо важливо при малих значеннях діаметру d .

Запропонована ФК зображена на Фіг. (а), на якій показано (для вимірювання відбиття): корпус ФК з вхідним отвором 1 для пропускання монохроматичного випромінювання, з отвором 2 для розташування фотоприймача та отвором 3 для розташування досліджуваного зразка, а також ірисова діафрагма змінного діаметра 4, яка розташована всередині ФК між отворами для зразка та фотоприймача і яка забезпечує додаткову "дозовану" по довжині хвилі засвітку чутливої поверхні фотоприймача відбитим від зразка випромінюванням.

Вимірювання за допомогою запропонованої ФК здійснюється наступним чином. В отворі ФК розміщується зразок, спектральний коефіцієнт відбиття якого необхідно поміряти та при повністю закритій діафрагмі проводяться абсолютні вимірювання (по методу Тейлора) попередніх значень коефіцієнту відбиття $\rho_e(\lambda)$ для досліджуваного зразка. Потім по отриманій залежності $\rho_e(\lambda)$ та попередньо відомим для даної ФК значенням $\rho_0(\lambda)$, $\rho_i(\lambda)$ ($i \neq 1$), S та S_i знаходять значення $\tau(\lambda)$ за формулою $\tau(\lambda) = 1/[1 + R_0(\lambda)]$. Рукоятка діафрагми за допомогою каліброваної шкали виставляється таким чином, щоби для даної довжини хвилі λ забезпечити необхідний коефіцієнт пропускання $\tau(\lambda)$ і знову проводяться абсолютні вимірювання $\rho(\lambda)$ на тій же довжині хвилі, які і приймаються за остаточні значення цього коефіцієнта. При цьому при кожній зміні довжині хвилі випромінювання шляхом повороту рукоятки (ручний режим) або автоматично (з використанням ПЕОМ) змінюється діаметр діафрагми d таким чином, щоби забезпечити необхідну додаткову засвітку фотоприймача для мінімізації похибки, яка пов'язана зі збитками випромінювання на технічних отворах ФК.

Переваги запропонованої ФК можна обґрунтувати таким чином.

Існує формула, наведена зокрема і у прототипі [2], за якою обчислюється освітленість внутрішньої стінки ФК радіуса R , а значить і фотоприймача, відбитим від поверхні досліджуваного зразка

$$E_1(\lambda) = \rho(\lambda) \frac{\Phi_0}{S} \left\{ \frac{\pi f(\Theta)}{A \cos \Theta} + \left[1 - \sum_{i=1}^n \frac{f(\Theta_i)}{\cos \Theta_i} \left(1 - \frac{\rho_i(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} \right) \frac{S}{4AR^2} \right] \frac{\rho_0(\lambda)}{1 - \rho_0(\lambda)} \right\} \quad (1)$$

де $\rho_0(\lambda)$, $\rho_i(\lambda)$ - спектральні коефіцієнти відбиття внутрішньої поверхні ФК та елемента розташованого в i -му отворі відповідно; Φ_0 - світловий потік, який проходить через вхідний отвір ФК; $S = 4\pi R^2$ - площа внутрішньої поверхні ФК; Θ_i - кут, під яким видно i -ий отвір ФК; $f(\Theta)$ - індикатриса розсіювання досліджуваного зразка; $A = \int f(\Theta) d\omega$ - еквівалентний тілесний кут, де $d\omega$ - елементарний тілесний кут; $\rho_0'(\lambda)$ - ефективний спектральний коефіцієнт відбиття внутрішньої стінки ФК, який знаходиться за формулою

$$\rho_0'(\lambda) = \rho_0(\lambda) \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{\rho_i(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} \right) S_i}{S} \right]$$

У тому разі якщо між зразком та фотоприймачем розташовано непрозорий екран, а сам зразок має дифузний характер розсіювання, тобто $f(\Theta) \approx \cos \Theta$, а $A = \pi$, то формула (1) спрощується і приймає вигляд

$$\begin{aligned} E_1(\lambda) &= \\ &= \rho(\lambda) \frac{\Phi_0}{S} \left\{ 1 - \sum_{i=1}^n \left[1 - \frac{\rho_i(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} \right] \frac{S_i}{S} \right\} \frac{\rho_0(\lambda)}{1 - \rho_0'(\lambda)} = \\ &= \rho(\lambda) \frac{\Phi_0}{S} \frac{\rho_0'}{1 - \rho_0'} \end{aligned} \quad (2)$$

Освітленість стінки ФК при опроміненні світловим потоком Φ_0 участка її внутрішньої поверхні (при відведеному екрані, чи при повністю відкритій діафрагмі це й буде освітленість фотоприймача) знаходиться за формулою, яка також наведена у прототипі

$$E_0(\lambda) = \frac{\Phi_0 \rho_0(\lambda)}{S} \left[1 + \frac{\rho_i(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} \right] = \rho(\lambda) \frac{\Phi_0 \rho_0(\lambda)}{S [1 - \rho_0'(\lambda)]} \quad (3)$$

Узяв відношення (2) до (3), получимо

$$\frac{E_1(\lambda)}{E_0(\lambda)} = \rho(\lambda) \frac{\rho_0'(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} = \rho(\lambda) \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n [\rho_0(\lambda) - \rho_i(\lambda)] S_i}{\rho_0(\lambda) S} \right] \quad (4)$$

Використовуючи (4) для спектрального коефіцієнта відбиття досліджуваного зразка будемо мати (з

урахуванням пропорційності вихідного сигналу фотоприймача N величині енергетичної освітленості його чутливого елемента)

$$\rho(\lambda) = \frac{E_1(\lambda) \rho_0(\lambda)}{E_0(\lambda) \rho_0(\lambda)} = \frac{N_1 \rho_0(\lambda)}{N_0 \rho_0(\lambda)} \quad (5)$$

Систематична похибка, яка виникає, коли експериментальні значення $\rho_e(\lambda)$ знаходяться за формулою $\rho_e(\lambda) = N_1/N_0$, може бути знайдено за формулою

$$\begin{aligned} \alpha_0(\lambda) &= \frac{\rho(\lambda) - \rho_e(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} = \\ &= \frac{\left[\frac{\rho_0(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} - 1 \right] \rho_0(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} = \frac{\rho_0(\lambda) - \rho_0(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n [\rho_0(\lambda) - \rho_i(\lambda)] S_i}{\rho_0(\lambda) S} \end{aligned} \quad (6)$$

Можливість підвищення точності вимірювань шляхом виключення цієї систематичної похибки у всьому спектральному діапазоні безпосередньо в процесі вимірювань і є головною перевагою запропонованого пристрою.

Дійсно у тому разі, коли між зразком та фотоприймачем знаходиться діафрагма, яка пропускає на чутливий елемент фотоприймача частину випромінювання відбитого від досліджуваного зразка, освітленість (1) для дифузно відбиваючих зразків повинна бути записана у вигляді

$$\begin{aligned} E_1(\lambda) &= \\ &= \rho(\lambda) \frac{\Phi_0}{S} \left\{ \tau(\lambda) + \left[1 - \sum_{i=1}^n \left[1 - \frac{\rho_i(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} \right] \frac{S_i}{S} \right] \right\} \frac{\rho_0(\lambda)}{1 - \rho_0(\lambda)} = \\ &= \rho(\lambda) \frac{\Phi_0}{S} \left[\tau(\lambda) + \frac{\rho_0(\lambda)}{1 - \rho_0(\lambda)} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

У цьому разі із (7) та (3) будемо мати

$$\frac{E_1(\lambda)}{E_0(\lambda)} = \rho(\lambda) \frac{[\tau(\lambda) [1 - \rho_0(\lambda)] + \rho_0(\lambda)]}{\rho_0(\lambda)}$$

Знаходячи $\rho(\lambda)$ та враховуючи пропорційність E та N , получимо

$$\rho(\lambda) = \frac{N_1}{N_0} \frac{\rho_0(\lambda)}{\tau(\lambda) [1 - \rho_0(\lambda)] + \rho_0(\lambda)} \quad (8)$$

Використовуючи (8) можливо аналогічно (6) знайти ту систематичну похибку, яка виникає при наявності між зразком та фотоприймачем діафрагми з коефіцієнтом пропускання $\tau(\lambda)$

$$\begin{aligned} \alpha(\lambda) &= \frac{\rho(\lambda) - \rho_e(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} = \\ &= \frac{\rho_0(\lambda) - \rho_0(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} - \frac{\tau(\lambda) [1 - \rho_0(\lambda)]}{\rho_0(\lambda)} \end{aligned} \quad (9)$$

Порівнюючи (9) та (6) можливо безпосередньо зв'язати похибку $\alpha(\lambda)$ з тою похибкою $\alpha_0(\lambda)$, яка виникає при належності непрозорого екрана ($\tau(\lambda) = 0$)

$$\begin{aligned} \alpha(\lambda) &= \frac{\sum_{i=1}^n [\rho_0(\lambda) - \rho_i(\lambda)] S_i}{\rho_0(\lambda) S} - \frac{\tau(\lambda) [1 - \rho_0(\lambda)]}{\rho_0(\lambda)} = \\ &= \alpha_0(\lambda) - \frac{\tau(\lambda) [1 - \rho_0(\lambda)]}{\rho_0(\lambda)} \end{aligned} \quad (10)$$

Із (10) видно, що при $\tau(\lambda) = 0$ похибки $\alpha(\lambda)$ та $\alpha_0(\lambda)$ співпадають. Крім того, із (10) легко знайти для даного λ те значення $\tau(\lambda)$, при якому похибка $\alpha(\lambda) = 0$.

Дійсно, покладаючи $\alpha(\lambda) = 0$ із (10) будимо мати

$$\tau(\lambda) = \frac{\rho_0(\lambda) - \rho'_0(\lambda)}{1 - \rho'_0(\lambda)} = \frac{\alpha_0(\lambda)\rho_0(\lambda)}{1 - \rho'_0(\lambda)} = \frac{1}{1 + R_0(\lambda)},$$

$$\text{де } R_0(\lambda) = \frac{[1 - \rho_0(\lambda)]S}{\sum_{i=1}^n [\rho_0(\lambda) - \rho_i(\lambda)]S_i} \quad (11)$$

З формули (11), яка і приведена у формулі виноходу, ясно, що оптимальне значення $\tau(\lambda)$ є функцією довжини хвилі λ і для виключення похибки $\alpha(\lambda)$ у всьому спектральному діапазоні вимірювань необхідно, щоб існувала технічна можливість при зміні λ здійснювати відповідним чином і зміну коефіцієнта пропускання $\tau(\lambda)$, що й може бути здійснено при використанні замість частково прозорого екрана ірисової діафрагми зі змінним діаметром отвору d .

Покажемо на конкретному прикладі, що при сталому для усього спектрального діапазону, як це має місто у прототипі, коефіцієнт пропускання $\tau(\lambda) = \tau = \text{Const}$, похибка в визначенні $\rho(\lambda)$ зразка відбиття може для деяких ланок спектра не тільки не зменшитися, а навіть перевищити ту похибку $\alpha_0(\lambda)$, яка виникає при зовсім непрозорому екрані. Формули (6) та (10) забезпечують можливість дослідити залежність $\alpha(\lambda)$ від $\tau(\lambda)$ і порівнювати з залежністю $\alpha_0(\lambda)$.

Розглянемо реальну модель ФК, внутрішня поверхня якої покрита сірчаноокислим бар'єром BaSO_4 і має площу внутрішньої поверхні $S = 96211,28 \text{ мм}^2$ ($R = 87,5 \text{ мм}$). При цьому площі отворів в ФК відповідно дорівнюють $S_1 = 706,86 \text{ мм}^2$, $S_2 = 176,71 \text{ мм}^2$, $S_3 = 907,92 \text{ мм}^2$. Розглянемо випадок, коли похибка $\alpha_0(\lambda)$ має максимально можливу для даної ФК величину, тобто коли усі $\rho_i \approx 0$, а значення $\alpha_0(\lambda)$ згідно (6) дорівнює

$$\alpha_{0\text{max}}(\lambda) = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 100\% = 1,862\%$$

. Не вважаючи на те, що у даному конкретному випадку $\alpha_0(\lambda) = \alpha_{0\text{max}}$ не залежить від λ , всеж такі похибки $\alpha(\lambda)$ і відповідно $\tau(\lambda)$ будуть функціями λ , як це видно з формул (10), (11), тобто навіть і у цьому випадку для виключення похибки, пов'язаної зі збитками випромінювання на технічних отворах ФК, коефіцієнт пропускання екрана $\tau(\lambda)$ повинен змінюватися при зміні довжини хвилі опромінення.

Використовуючи залежність $\rho_0(\lambda)$ для BaSO_4 із [1], а також формулу для $\rho'_0(\lambda)$ отримаємо для наведених вище значень S та S_i залежність $\tau(\lambda)$, яку приведено у таблиці 1.

Таблиця 1

λ , нм	245	260	300	360	400	420	460	500	580	620	700
$\rho_0(\lambda)$	0,680	0,725	0,770	0,805	0,830	0,840	0,860	0,870	0,875	0,875	0,870
$\rho'_0(\lambda)$	0,667	0,712	0,756	0,790	0,815	0,824	0,844	0,854	0,859	0,859	0,854
$\tau(\lambda)$, %	3,806	4,679	5,868	7,138	8,334	8,905	10,264	11,081	11,531	11,531	11,081

Виберемо з таблиці 1 значення $\tau(\lambda_1) = \tau_{\text{max}}$ та $\tau(\lambda_2) = \tau_{\text{min}}$ та підставимо їх у формулу (10) для $\alpha(\lambda)$. При цьому будемо рахувати, що у всьому спектральному діапазоні вимірювань $\tau(\lambda) = \tau_{\text{max}} = \text{Const}$, або $\tau(\lambda) = \tau_{\text{min}} = \text{Const}$, тобто що $\tau(\lambda) = \tau$ незалежно від довжини хвилі випромінювання, як це має місто у прототипі. Тоді для систематичної похибки $\alpha(\lambda)$ отримаємо такі залежності $\alpha_1(\lambda)$ від λ (для $\tau(\lambda) = \tau_{\text{max}} = 11,531$) $\alpha_2(\lambda)$ від λ (для $\tau(\lambda) = \tau_{\text{min}} = 3,806$), які наведено у таблиці 2. У цій таблиці наведено також випадок залежності $\alpha_3(\lambda)$ від λ

$$\tau(\lambda) = \frac{\tau_{\text{max}} + \tau_{\text{min}}}{2} = 7,6685$$

для , тобто коли коефіцієнт пропускання екрану становить середньоарифметичне між τ_{max} та τ_{min} у всьому спектральному діапазоні.

Таблиця 2

λ , нм	245	270	320	380	420	480	580	660	700
$\alpha_1(\lambda)$, $\tau(\lambda_1) = \tau_{\text{max}}$, %	-3,779	-2,618	-1,605	-0,884	-0,549	-0,230	0	-0,076	-0,076
$\alpha_2(\lambda)$, $\tau(\lambda_2) = \tau_{\text{min}}$, %	0	0,383	0,718	0,956	1,066	1,172	1,247	1,222	1,222
$\alpha_3(\lambda)$, $\tau(\lambda_3) = \tau$, %	-1,890	-1,117	-0,444	0,036	0,259	0,471	0,624	0,573	0,573

Аналізую дані таблиці 2 бачимо, що $\alpha_1(\lambda) = 0$ тільки при $\lambda = 580 \text{ нм}$, а, наприклад при $\lambda = 245 \text{ нм}$ вона більше, ніж у два рази перевищує по модулю похибку $\alpha_0(\lambda)$, яка би виникла, якщо екран був зовсім непрозорим. Крім того вона має протилежний знак відносно $\alpha_0(\lambda)$, тобто використання частково прозорого екрана з фіксованим $\tau(\lambda) = \tau_{\text{max}}$ приведе не к зниженню, а к завищенню величини $\rho(\lambda)$, яка вимірюється. Якщо для усіх значень λ прийняти $\tau(\lambda) = \tau_{\text{min}}$, то $\alpha_2(\lambda) = 0$ тільки при $\lambda = 245 \text{ нм}$, а, наприклад, при $\lambda = 580 \text{ нм}$ вона становить

$$\tau(\lambda) = \frac{\tau_{\text{max}} + \tau_{\text{min}}}{2}$$

1,247%, тобто буде лише на третину менше похибки $\alpha_0(\lambda)$. Навіть у тому випадку, коли , як видно з таблиці 2 похибка $\alpha_3(\lambda)$ для деяких λ може перевищувати по модулю $\alpha_0(\lambda)$.

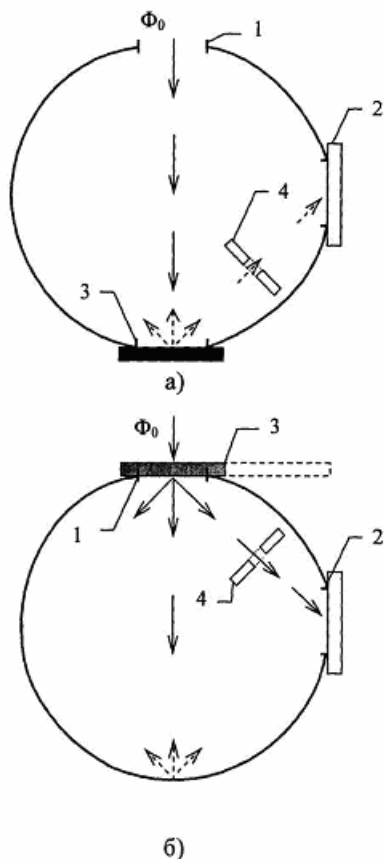
Крім того, як свідчать таблиці 1 та 2, хоч зміни $\rho_0(\lambda)$ та $\rho'_0(\lambda)$ по спектральному діапазону не перевищує 30%, значення коефіцієнту пропускання $\tau(\lambda)$ для виключення похибки $\alpha(\lambda)$ необхідно в межах розглянутого діапазону змінювати більше ніж у три рази (від 3,806 до 11,531). Це може бути здійснено тільки шляхом використання замість частково прозорого екрана ірисової діафрагми, коефіцієнт пропускання якої є можливість змінювати таким чином, щоби виключати похибку $\alpha(\lambda)$ в усьому діапазоні зміни довжини хвиль

опромінення і таким чином суттєво підвищити точність вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття досліджуваних зразків.

У випадку коли необхідно вимірювати спектральні коефіцієнти пропускання зразків з розсіяним пропусканням треба використовувати схему, наведену на Фігурі 6. Отвір 3 (Фігура а) у ФК або зовсім відсутній, або затуляється елементом сегментної поверхні з тим же коефіцієнтом відбиття, що і у внутрішньої поверхні ФК, а зразки пропускання розташовують в кюветі перед входним отвором 1 (Фігура а). При цьому ірисова діафрагма повинна бути розташована між отворами 1 та 2 (дивись Фігуру б) і забезпечувати додатковий "дозований" потік на фотоприймач від випромінювання розсіяного зразком розташованим у отворі 1 на Фігурі б. При цьому спосіб абсолютних вимірювань той же, що і при вимірюванні спектральних коефіцієнтів відбиття з тією різницею, що для опромінення внутрішньої поверхні ФК кювета зі зразком зміщується таким чином, що світловий потік через отвір 1 безпосередньо освітлює внутрішню поверхню ФК.

Посилання

1. Топорец А.С. Приспособление к спектрографу СФ-4 с интегрирующим шаром для измерения коэффициентов диффузного отражения и пропускания. "Оптика и спектроскопия", т.Х, вып.4, 1961, с.528.
2. Проценко М.А. "Фотометрический шар для абсолютных измерений". Авт. свид. 759863. опубликовано 30.08.80. Бюллетень №32 (прототип).



Фіг. - Схема конструкції ФК з ірисовою діафрагмою

а) – вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття;

б) - вимірювання спектральних коефіцієнтів пропускання;