

УДК 004.9+621.317+543

ІНФОРМАЦІЙНО – ЕНЕРГЕТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ПІДСТАВІ ЕФЕКТУ ВКР – РОЗСПОВАННЯ ФОТОНІВ

Л.С.Сікора, Н.К.Лиса

Українська академія друкарства, Вул.Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна

В статті розглянуто використання методу лазерного зондування технологічного та екологічного середовища з використанням ефекту вимушеного комбінаційного розсіяння (ВКР) лазерного променя, як основу для контролю концентрації розчинів в динаміці об'єкта управління та експрес аналізу екологічної ситуації.

Ключові слова. *Лазер, контроль, концентрація, сенсор, реакція.*

Актуальність. В технологічних системах з активним середовищем в реакторах формування продукції (енергетика, хімовиробництво, поліграфія, нафтопереробка, фармацевтичне виробництво), необхідно в процесі їх функціонування контролювати параметри динаміки процесів фізико – хімічних і енергетичних перетворень з мінімальним втручанням в нього. Для розв'язання цих задач використовують системи давачів різної фізико-хімічної природи (сенсори) які характеризуються як контактною, так і безконтактною взаємодією з реагуючими речовинами і хімічними сполуками [1-8]. Використання лазерів для енерго-інформаційного обміну при відборі даних та відомостей про хід процесів в об'єкті управління та їх інтегральну концентрацію і неоднорідність є підставою створення ефективних нових ІВС [1-9].

Мета. **Проблемна задача створення лазерних вимірювальних систем.**

Одним з ефективних методів оцінки параметрів реагуючого середовища в реакторі агрегата об'єкта управління є лазерне зондування газоподібного або рідинного стану технологічного процесу, який характеризується високою температурою, токсичністю, неможливістю прямих вимірювань.

В першому випадку маємо розсіяння лазерного променя на елементарних механічних частинах та молекулярних структурах продуктів згорання та хімічних реакцій, в другому – взаємодію з рідиною, в якій розчинені хімічні сполуки з різною структурою та рівнем концентрації. При протіканні реакцій при нерівноважній взаємодії компонент, відповідно формується неоднорідне поле концентрації. Середовище об'єкта характеризується негативним (завмирання) або позитивним (підсилення) впливом на проходження лазерного фотонного імпульсу при зондуванні області контролю стану технологічного процесу в активному реакторі агрегованого об'єкту технологічної системи. При цьому стан процесу в агрегаті визначається комплексом параметрів, які складно поміряти і оцінити їх рівень і зміни в часі (концентрація, розчинність, активність).

Методологія дослідження. Використовується системний аналіз ІВС, інформаційно – енергетична взаємодія лазерного променя з молекулярними структурами середовища та їх квантово – фотонна активізація.

Метод розв’язання задачі контролю технологічного об’єкта. Протікання процесів в реакторі характеризується як енергетичною взаємодією так і нерівноважним станом внутрішньої структури атомів, молекул і їх міжмолекулярної взаємодії та відповідним розподілом енергетичних рівнів електронів на зовнішній орбіті, рівнем концентрації компонент реагентів та їх хімічною активністю.

Рівень поляризації в процесі поглинання (в оптичному діапазоні) фотонів лазерного променя при проходженні через контрольоване середовище об’єкта (реактора) визначається згідно [7]

$$P(\nu) = \sum_i \mu_E(\nu) N_i, \quad [1]$$

де $\mu_E(\nu)$ – момент молекули типу – і,
 N_i – число (частин) молекул в одиниці об’єму.

В ході активних процесів хімічних та енергетичних відбувається нерівноважний розподіл концентрації сполук перетворень, що приводить до збільшення рівня поглинання дисперсного середовища та до росту коефіцієнта підсилення лазерного променя. При включених домішках в однорідних середовищах проявляється ефект гіперкомбінаційного розсіювання, при якому поляризованість описується через ефект Стокса [4]

$$P = 1/8q_{\rho} E_0^2 (\partial x_1 / \partial q_k) \text{Cos}(2\omega - \omega_k), \quad [2]$$

де ω_{δ}, ω - компоненти частоти фотонів розсіювання.

Відповідно маємо наступне співвідношення для оцінки інтенсивності фотонного потоку лазера на виході області контролю:

$$I_x = A(n, x, L, \tau) I_0^2, \quad [3]$$

де I_{δ}, I_0 - інтенсивність вхідного і вихідного променя, $A()$ - оператор взаємодії лазерного променя з об’єктом зондування по довжині траєкторії променя L в координаті X .

При зондуванні технологічного середовища величина поглинання залежить від їх якості, концентрації мікрровключень, молекулярної структури і виду хіміко – фізичних перетворень, відповідно розсіювання фотонів визначається орієнтацією молекулярних структур та розшаруванням і неоднорідністю середовища об’єкта управління.

Аналіз факторів впливу на процес зондування лазерним променем технологічного середовища.

Фактори впливу на технологічне середовище приводять до зміни просторових і енергетичних параметрів лазерного променя при дослідженні середо-

вища. Потужні лазерні промені приводять до виникнення іонної і електронної провідності і відповідного формування зон локального електричного пробоя. [2,3] і нелінійних змін структури і динаміки хіміко – фізичних процесів в об'єкті.

При заданій температурі T_i число частинок, з певною молекулярною структурою з енергією E_i збудженого стану буде мати ранговану енергетичну структуру електронних орбіт

$$N_i = N_0 \exp(-E_i / kT). \quad [4]$$

Відповідно ймовірність збудженого стану, відповідно до енергії фотонів лазерного променя з інтенсивністю I_0 , в області контролю середовища визначається на підставі виразу

$$W(t, \tau) = W_0 \exp(-t / \tau), \quad [5]$$

де τ – час релаксації в молекулярній структурі.

Випромінювальна здатність однорідного середовища при дії лазера, як активатора згідно формули Релея-Джінса визначається для спектру частот $\{\nu_i\}$: формується при дії фотонного потоку на орбіта лі атомів і молекулярних структур у вигляді :

$$\langle \xi(\nu, T) \Delta \nu = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT \Delta \nu \rangle, \langle I_0 \xrightarrow{\alpha_x} I_x \xrightarrow{\alpha_x} \xi(\nu_i) \rangle,$$

де α_x - коефіцієнт взаємодії фотонів з середовищем.

Згідно концепції елементарного осцилятора Планка енергія збудженого фотона характеризується

$$\xi(\nu, T) = 2\pi h \nu^2 [c^2 (\exp(h\nu / kT) - 1)]^{-1}. \quad [6]$$

Для стану рівноваги середовища при заданій температурі T відношення заселеності рівнів згідно закону Больцмана буде мати вид:

$$N_A / N_B = \exp [-(E_A - E_B) / kT], \quad [7]$$

але при інверсній заселеності рівнів (E_A, E_B) і резонансному збудженні середовища з частотою фотонів лазера ν : $(h\nu = [E_B - E_A]) \rightarrow (P_{\text{вих}} > P_{\text{в}})$ – проходить підсилення сигналу зондування, тобто таке середовище є енергоактивним щодо фотонний взаємодії лазерного променя з молекулярною структурою хімічних компонент в реакторі технологічної системи.

Число індукованих переходів при лазерному збудженні з частотою ν_L і енергією E_ν буде характеризувати енергетичну активність процесів:

$$n_i = N_0 \exp(-E_2 / kT) B_{12} u(\nu, \varphi) \Delta t \rightarrow \Delta n_\varphi, \quad [8]$$

де Δn_φ – число з генерованих фотонів при дії лазерного променя на середовище технологічного об'єкта при його проходженні в точці контролю.

Відповідно до типу середовища (A_i) більш ефективними для оцінки інтегрального параметра стану є введення означення для діаграми інтенсивності розсіяного світла, тоді енергетичні втрати (підсилення) зондуючого лазерного променя визначається на підставі оператора фотонної взаємодії з молекулярною структурою технологічного середовища:

$$I_R = A_i I_0 / \lambda_0^u = I_0 \left(\frac{A_i}{\lambda_a^u} \right) \rightarrow \left\langle \begin{array}{l} I_R < I_0 \\ I_R \geq I_0 \end{array} \right\rangle, \quad [9]$$

де A – оператор взаємодії

Для молекулярного середовища, осцилятором буде випромінюючий електричний диполь, який утворюється в процесі просторової, енергетичної та фізико – хімічної взаємодії.

Під дією електромагнітного поля зондуючого сигналу в неоднорідному середовищі збуджуються рухомі електрони атомних і молекулярних структур, з частотою лазерного променя. Відповідно неоднорідність, як елементарна структура, перетворюється в електродинамічний диполь і випромінює фотони як локальний оптичний генератор з відповідною фазою. Характеристикою середовища з неоднорідностями буде електричний момент як ступінь поляризації середовища [2,3,4] з відповідною просторовою діаграмою потоку розсіяних фотонів у вигляді

$$P = N\alpha E = \chi E,$$

де χ – діелектрична сприйнятливість.

Метод лазерного зондування просторової структури об'єкта

При модуляції падаючого світлового потоку, яка виникає за рахунок енергетичної взаємодії фотонів збудженими коливаннями середовища, технологічного об'єкта виникають лінії зі зсунутим спектром відносно збудженого сигналу, що відповідно приводить до ефекту комбінаційного розсіювання Мадельштама Л. І [1], за рахунок активованих електронів при зміні стану молекулярних зв'язків з частотою:

$\omega' = \omega_0 \pm \omega_k$, відповідно до діаграм перетворень:

$$I_L(\nu, \tau) \rightarrow (A_i / \lambda_i) \rightarrow \begin{array}{l} \rightarrow \omega_0 + \Delta\omega_k \\ \rightarrow \omega_0 - \Delta\omega_p \end{array}$$

де ω_k – комбінаційна спектральна компонента,

ω' – частота збуджених випромінювань, ω_0 - частота фотону.

Для оцінки енергетичного стану молекулярної структури об'єкта необхідно визначити ймовірність процесу комбінаційного розсіювання (КР), яка визначається згідно концепції Планка Г. [1] на підставі виразу:

$$W_{kp} = K_1 n n' + K_2 n, I_0 = nh \nu \cdot S_n = W_i \cdot S_n, \quad [10]$$

де n – число збуджених фотонів,

n' – число випромінених фотонів за рахунок КР,

S_n – переріз променя,

W_i – густина потоку фотонів,

I_0 – інтенсивність.

При експериментальних дослідженнях властивостей і структури рідин з допомогою лазерного променя з інтенсивністю I_0 на елементі довжини Δx інтенсивність першої стокової компоненти як характеристики активності буде [Рис.1] $\Delta I_k = g_1 I_0 I_{1c} \Delta x$,

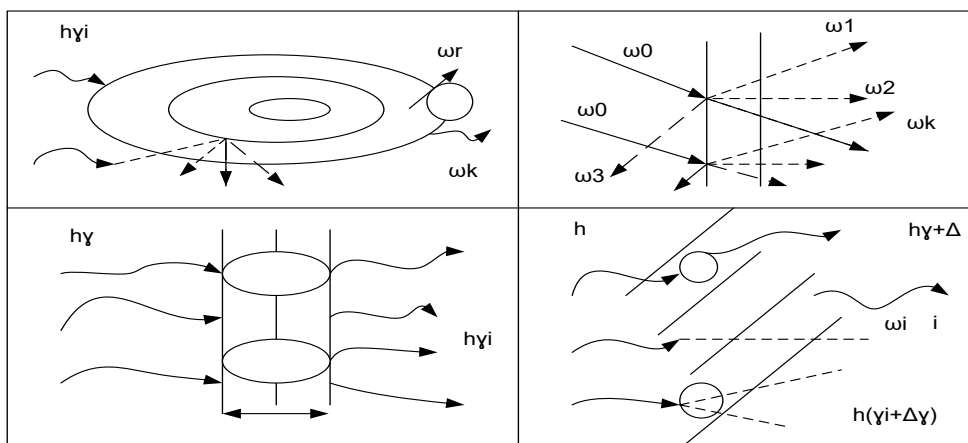


Рис. 1. Фотоелектронна взаємодія потоку фотонів лазера з молекулярними структурами в рідинних та газових середовищах об'єктів технологічних систем.

При виході із кювети інтенсивність першої стокової компоненти буде (відповідно до довжини). Відповідно схеми проходження лазерного променя через кювету представляє розподіл розсіяних фотонів [рис. 2]

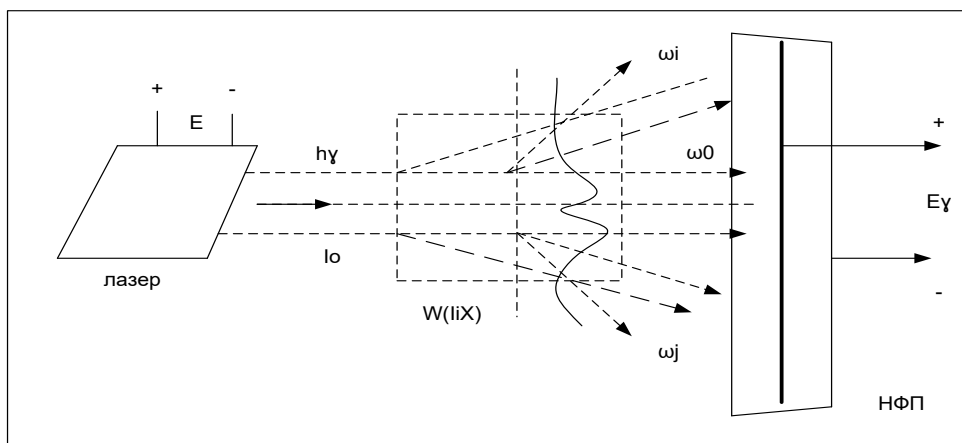


Рис. 2 Розподіл поля фотонів на матриці фотоприймача.

$$I_{1c} = A \exp(g_1 I_0 l),$$

де g_1 – коефіцієнт підсилення рідинного середовища,
 A – оператор енергетичної взаємодії потоку фотонів.

При рості напруженості поля для більш потужних лазерів поляризованість середовища буде визначатись згідно:

$$P = \chi E + \chi_1 E^2 + \chi_2 E^3 \dots = P_n + P_H, \quad [11]$$

де χ_i – нелінійні коефіцієнти діелектричної її сприйнятливості,
 P_n, P_H – лінійна і нелінійна компоненти ($P_H = \chi_2 (E_0 + E')^3$).

E – напруженість електричного поля в зоні локації середовища об'єкта.

Умова когерентності збудженого середовища з лазерним променем визначається на підставі виразу

$$\begin{aligned} [k_a - k'_a] + [k_b - k'_b] &= 0; \\ (\omega_a - \omega'_a) + (\omega_b - \omega'_b) &= 0, \end{aligned} \quad [12]$$

де k – хвильовий вектор процесу комбінаційного розсіяння.

З [1] випливає що ВКР спостерігається при достатньо високому рівні інтенсивності збуджуючого лазерного променя і характеризується пороговим рівнем потужності $\langle P_L > P_n, I_L > I_n \rangle, \langle P_L = K_L P_E \rangle, P_E$ – потужність споживного джерела енергії. Потужний лазерний промінь можна сформувати з допомогою матриці напівпровідникових лазерів, яка забезпечує відповідну структуру поля фотонів, яка була би адекватна задачі дослідження об'єкта.

Порівняння порогів ВКР в різних речовинах у рідинному або газовому середовищі, показує що вони залежать від параметрів ліній в спектрі спонтанного випромінювання КР. [1-5] Порогова потужність рівня активації є інформаційним індикатором ознаки р.у.ю хімічної структури.

ВКР в дисперсних середовищах характеризується перекачкою енергії між спектральними лініями і залежить від ймовірностей прямого і оберненого переходів електронів при дії на них фотонів від лазера, тоді якщо $(P_L(\omega) > P_A)$:
 $W(\omega \rightarrow \omega') = A [nn' + (\omega')^2 n (2\pi c)^{-3}]$; $W(\omega' \rightarrow \omega) = A [nn' + \omega^2 n' (2\pi c)^{-3}]$,

де $\omega' = \omega_0 \pm \omega_K$, а спектр $S(\omega_K)$ – є характеристикою середовища.

При високій потужності лазера (20 – 500) МВт / См² відбувається вимушене розсіяння за рахунок розбалансу енергетичної рівноваги, при цьому за рахунок дії фотонів генеруються спонтанні та активовані прямі і обернені переходи електронів з зовнішніх орбіт атомів і складних молекул [8], тоді потужність потоку фотонів розсіяних різних напрямках від осі зондування буде характеризувати інтегральні параметри об'єкта. Відповідно маємо оцінки:

$$n_c = N_2 A_{12} \Delta t - \text{спонтанний перехід};$$

$n_n = N_1 B_{21} \cup (V, T)\Delta t$ - індукований перехід:

$n_1 = N_2 B_{12} \cup (V, T)\Delta t$ - індукований перехід з випромінюванням фотонів, де відповідні позначення $N_1 = N_0 \exp(-E_1 / KT)$, $N_2 = N_0 \exp(-E_2 / KT)$ - число молекул в станах пасивному і активному, B_{12} , B_{21} - ймовірності переходів, $(A_{12} / B_{12}) = 8K_n 4\lambda^3 / C^3$ - умова рівноваги енергетичних станів Релея / Джінса. [8]

Експериментальні дослідження. Фактори впливу на об'єкт.

Вплив температури на ВКР пов'язаний з механізмом нелінійної взаємодії лазерного променя з середовищем температурою T , що відповідно приводить до додаткового вимушеного розсіювання. Відповідно в цьому випадку, згідно [1,2,3] діють два механізми – пряме поглинання і електрокалорифічний ефект, це приводить до виникнення електротермодинамічного осцилятора, який визначає інтегральні характеристики середовища.

При лазерному зондуванні кювети з розчином, коефіцієнт пропускання променя, при мінімальному впливі кювети визначається відповідно властивостями фізико – хімічними середовища та його молекулярної структури і енергетичної активності і здатності до поглинання фотонів в залежності від рівня концентрації механічних і хімічних компонент. В залежності від інтенсивності потоку фотонів при зондуванні середовища лазерним променем коефіцієнт розсіювання по напрямному вектору визначається згідно: $\alpha_n = I_x / I_0$, де

$$\alpha_n = \exp \left[- \int_{sxL} r'_\mu (\lambda, k) dl \right], \quad [13]$$

де r'_μ – коефіцієнт молекулярного розсіювання.

Діаграма розсіювання будується згідно значень інтенсивностей по вектору

$$\left\{ \vec{n}_i \right\} \rightarrow I_x \left(\vec{n}_i \right).$$

При проходженні лазерного променя з інтенсивністю I через шар середовища і стінки кювет відбувається підсилення стокових компонентів(2) та формується фотонний синхронізм, з інтенсивністю потоку $I_{lc} = A \exp(gI_0 L)$, $\Delta I_k = qI_{12} \Delta X$, що приводить до підсилення енергії лазерного променя на виході кювети. Якщо відсутній ефект синхронізму фотонів з структурою лазерний промінь ослаблюється в напрямку тілесного кута згідно (3) для кожного напрямного вектора:

$$\ln \frac{I_0}{I_n} = \int_0^\pi \left(K_1 \cos^2 \theta + \frac{K_2 + K_3}{2} \sin^2 \theta \right) \times f(\theta) \sin \theta d\theta + S_n + S, \quad [14]$$

де (K_1, K_2, K_3) – показники дисперсного ослаблення вздовж осей (XYZ) в напрямі тілесного кута θ , які визначають діаграму розсіювання.

При прямому зондуванні дослідного зразка в кюветі лазерної ІВС енергетична світимість в січєні гаусового пучка описується згідно формули

$$E_L = (2P_L / \pi r^2) \exp(-2r_d^2 / r). \quad [15]$$

Максимальна інтенсивність по осі пучка лазерного променя по напрямку його ходу

$$E_{i_{\max}} = 2P_L / \pi r^2, \quad [16]$$

де P_L – потужність лазера,

r – радіус пучка,

E – рівень світимості променя.

При проходженні лазерного променя через активне середовище за рахунок просторової фотонної взаємодії маємо відповідно коефіцієнт пропускання, як індикатор втрат енергії лазерного променя:

$$\alpha_n = \exp[-\int r_\mu(\lambda, k) dl], \quad [17]$$

де r_μ – коефіцієнт молекулярного розсіювання, як характеристику середовища технологічного об'єкта.

Повна нормована потужність лазерного пучка на вході кювети визначається з формули:

$$P_n = \int_0^r \int_0^{2\pi} p_L^2(r, \varphi) r dr d\varphi,$$

де $P_L(r, t_0) = \frac{P_0}{S} \exp(-r^2 / a_0^2)$ – густина розподілу потужності в січєні S променя лазера на фронтівій стінці кювети з досліджуваним розчином.

На виході кювети, в залежності від рівня активності середовища, сигнал представимо у вигляді адитивної моделі з інтенсивністю для кожного кута γ від напрямного вектора \vec{n} по осі L :

$$I_x(\theta, L, t) = (1 - R) I_0^t \exp(\pm \alpha_x(\theta, L)), \gamma = (\vec{n}_x \cap L), \quad [18]$$

де θ – параметр середовища,

$R(\theta)$ – коефіцієнт розсіювання,

$\alpha_x(\theta, L)$ – коефіцієнт активності. При цьому $\alpha_x(\theta, L) = F(\theta, L, \vec{P}(r, t))$ – пов'язана з поляризацією, розсіяних фотонів в точці взаємодії X.

При врахуванні параметрів кювети характеристика середовища (рівень активності) визначимо з:

$$\pm \hbar \Delta I_R^k + \hbar I_R(\theta) = \pm \alpha_x C_x(\theta_R) L_k, \quad [19]$$

де знак $+$ – визначає активність середовища, яке за рахунок ВКБ-резонансу підсилює лазерний сигнал.

Синтез структури лазерної інформаційно – виміральної системи на підставі ВКР – методу

На підставі методу ВКР – розсіяння, розроблено експериментальна модель лазерної інформаційно- виміральної системи (фотометра) для фізико – хімічних параметрів технологічного середовища об'єкта управління а також експрес аналізу концентрації компонент в розчинах та повітрі. Для побудови алгоритмів опрацювання даних використані співвідношення, які описують квантову взаємодію фотонів лазерного випромінювання з хімічними компонентами середовища об'єкта управління. При цьому оцінки параметрів носять інтегральний характер і виражають зміст інформаційно – енергетичних перетворень лазерного сигналу при його проходженні через середовище об'єкта області контролю параметра стану. Структурна схема фотометра ґрунтується на результатах одержаних в працях [7,8] з використанням положень квантової механіки взаємодії фотонів з молекулярною структурою фізико – хімічних і технологічних перетворень в середовищі об'єкта управління.[7,8]. На рис. 3 Наведена структурна схема лазерного ВКБ – фотометра.

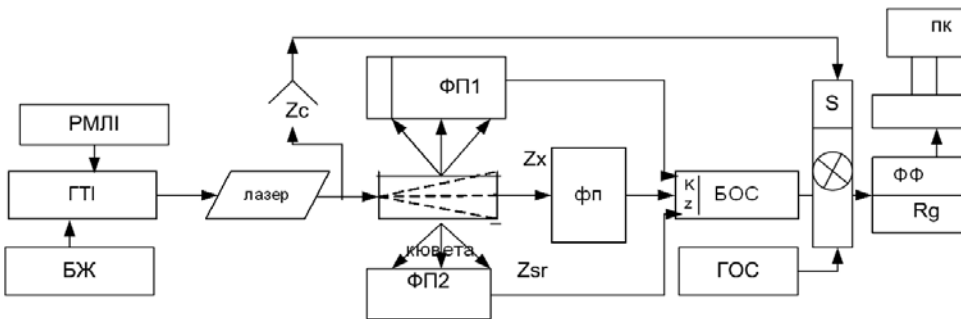


Рис. 3. Схема лазерного ВКБ – фотометра.

Позначення на схемі:

Г ТІ - генератор тактових імпульсів; Z_c - зондувальний сигнал;

ФП – фотоприймач; Z_x - прямий сигнал; Z_{sr} - розсіяний сигнал;

БОС – блок обробки сигналів; K_z - комутатор сигналів;

ФФ – реєстратор, БЖ – блок живлення; S – нормована шкала відліку інтенсивності сигналу;

ГОС – генератор опорного сигналу, РМЛІ – регулятор потужності лазерних імпульсів.

На основі методу лазерного зондування побудовано шкали концентрації хімічних компонент в розчині, яка ґрунтується на наступних методах відбору даних про параметри розчину в кюветах [4,8]:

1. Метод прямого відліку рівня сигналу лазера на виході кювети, якщо потужність на вході кювети недостатня для активізації і ВКР – розсіяння досліджуваного середовища, ґрунтується на інформаційно – енергетичній діаграмі взаємодії лазерного сигналу з молекулярними структурами виду:

$$P_0 \rightarrow \left(\frac{I_C}{Z_C} \right) \xrightarrow{\nu_0} (A_S, r, \alpha_{Xi}) \xrightarrow{\gamma_0} \left(\frac{I_X}{Z_S} \right) \rightarrow N_X \rightarrow P_X, \quad [20]$$

де $\alpha_x = P_x / P_0$, де P_0 - потужність лазерного променя на вході кювети, P_x - потужність сигналу на виході.

2. Метод оцінки компонент розсіяння лазерного променя при проходженні через кювету з розчином досліджуваної хімічної сполуки, якщо потужність лазерного променя в середовищі кювети вища за рівень активації, ґрунтується на вимірюванні розсіяння фотонів згідно кутової діаграми перетворення лазерного сигналу:

$$P_0 \rightarrow \begin{pmatrix} I_C \\ Z_C \end{pmatrix} \xrightarrow{v_0} (A_{Si}, r_i, \alpha_{Xi}) \xrightarrow{v_0} \begin{pmatrix} Z_{Si} \\ Z_{S0} \\ Z_{Sk} \end{pmatrix} \left| \sum_{i=1}^K I_{Xi} \right. \xrightarrow{I_{XK}} \begin{pmatrix} N_{Xi} \\ N_{X0} \\ N_{XK} \end{pmatrix} \quad [21]$$

де $\{ I_{XK} \}_1^K$ - інтенсивність розсіяних сигналів;

N_x - покази приладів, які визначають потужність розсіяних компонент зонду чого сигналу для кожного кута напрямного вектора;

A_s - оператори квантової фотонної взаємодії лазерного променя з молекулярними структурами хімічних компонент по напрямку (n_k, γ_k) .

Експериментальні дослідження.

Відповідно до мети дослідження дані одержані після опрацювання в блоці обробки лазерних сигналів, згідно плану експериментів, поступають в блок вибору шкали оцінювання концентрації, де методом прямого або різницевого алгоритму визнається значення параметра стану (концентрація, неоднорідність середовища, зміна стану в часі).

Оцінка рівня концентрації виконується згідно алгоритму:

$$C_K^1 = K_S^1 \left(I(Z_C) - \hat{I}(Z_X) \right), \quad C_K^2 = K_S^2 \left(I(Z_X) - \hat{I}(Z_{Sr}) \right),$$

де K_S^i - коефіцієнт шкали.

В таблиці 1 наведемо результати дослідів з розчинами хімічних сполук для яких визначено інтенсивності лазерного променя на виході кювети після його взаємодії з молекулярними структурами технологічного середовища, на підставі яких можна оцінити активність молекул в компонентах, що входять в склад реагуючого середовища.

Оцінка електрооптичної активності по даних вимірювання потужності основного лазерного сигналу на виході кювети (в напрямку осі зондування) в режимі активації молекулярної структури компонент рідинного або газоподібного середовища визначається балансним методом на підставі відліку рівня лазерного сигналу на вході фотометра і опорним N_0 згідно формули:

$$\Delta N \alpha = (N_x - N_0) I_n^s = K_s N_s,$$

де I_n^s - інтервал шкали приладу з роздільною здатністю $\Delta N = 0,001$,

N_x – покази приладу при зондуванні з заповненою речовиною кювети,
 N_0 – покази при зондуванні пустої кювети при максимальній потужності лазера.

Відповідно, якщо $\Delta N\alpha$ – позитивне, то це вказує на активність середовища тобто маємо підсилення лазерного сигналу, а якщо ($-\Delta N\alpha$), то маємо інтенсивне розсіяння та поглинання лазерного променя та втрат його потужності на виході кювети .

№ п/п	Хімічна сполука в розчині	N_{0x}	N_x	ΔN_α
1	розчин ХС ₁	+3,00	+1,24	-1,76
2	розчин ХС ₂	+3,00	-1,20	-4,20
3	розчин ХС ₃	+3,00	+3,08	+0,08
4	розчин ХС ₄	+3,00	+3,14	+0,14
5		+3,00	+3,06	+0,06
6		+3,00	+3,04	+0,04
7	розчин ХС ₇	+3,00	-5,32	-8,32
8		+3,00	+3,20	+0,20
9		+3,00	+0,58	-2,42
10		+3,00	+1,30	-1,70
11		+3,00	+3,18	+0,18
12		+3,00	+3,09	+0,09
13		+3,00	+3,08	+0,08
14		+3,00	+3,03	+0,03
15		+3,00	+3,17	+0,17
16		+3,00	-4,03	-7,03
Розчин NaCl 0,9%				

Новизна. Для розроблення лазерних інформаційно – вимірювальних систем використано ефект (ВКБ) - вимушеного комбінаційного розсіювання фотонів, які випромінюються при збудженні молекулярних структур середовища лазерним променем, відповідно інтегральні характеристики і параметри якого залежать від енергетичних змін структури променя.

Результат. На підставі ВКР – ефекту розроблена структурна схема лазерного фотометра, як засобу контролю технологічного середовища об'єктів управління.

Висновок. Проведений аналіз методів лазерного зондування середовища розчину хімічних сполук показав, що використання концепції (ВКР) - вимушеного комбінаційного розсіяння лазерного променя є підставою для створення апаратно-програмного забезпечення ІВС необхідного для дистанційного активного дослідження динаміки розчинності та взаємодії сполук на підставі оцінки їх інтегральних параметрів (концентрація, активності, неоднорідність) лазерним методом в динаміці. Відповідно, з цього слідує що рівень концентрації розчину пов'язаний з величиною втрат енергії розсіяного лазерного променя. При нелінійності 45 і оптичній активності середовища відбувається під-

силення 45 зонduючого лазерного променя, що вказує на специфіку процесів в об'єкті.. Для кожної хімічної сполуки, яка входить в склад досліджуваного рідкого середовища, маємо свої параметри, які пов'язані з енергетичними та інформаційними характеристиками лазерного променя і вони можуть бути індикаторами ознак наявності і стану цієї сполуки. В поліграфії запропонований метод (ЛЗ) може бути використаний для контролю якості паперу, хімічних реактивів, полімерних плівок.. Метод лазерного зондування також можна використати для підвищення рівня активності біологічних проб та рідких лікарств в екстремальних ситуаціях, а також для експрес контролю екологічного стану технологічних систем.

Список використаних джерел

1. А.С.Башкин. Лазеры и химия.-М.:Знание, 1981.-64с.
2. М.М.Сушинский. Вынужденное рассеивание света.-М.:Наука, 1985.-176с.
3. В.В.Войтылов, А.А.Трусов. Электрооптика и кондуктометрия полидисперсных систем.-Л.: Издательство Ленинградского университета, 1989.-188с.
4. Е.П.Попечителев, Б.И.Чимрев. Двухлучевые фотометрические системы для клинко-физиологических исследований. Учебное пособие.-Л.: Издательство Ленинградского университета, 1991.-224с.
5. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия Т1,Т2.-М.:Химия, 1990.-С.481-846.
6. Агроскин Л.С., Папаян Г.В. Цитофотометрия.-М.:Наука, 1977.-295с.
7. Бахчиев Н.Г. Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий.-М.:Наука,1972.-265с.
8. Лиса Н.К. Лазерна фотохімія як інформаційна основа створення моделей технологічних сенсорів / Н.К.Лиса // ЗНП, Інститут проблем моделювання в енергетиці. – 2010. – Вип. 57. – С.226-233.
9. Сікора Л.С. Лазерні фотометри для дослідження динаміки активних розчинів та хімічних реакцій / Л.С. Сікора, Н.К. Лиса // 36. Наук. р., Інститут проблем моделювання в енергетиці. – 2007. – Вип. 44. – С.87-92.

References

1. A.S.Bashkin (1981), Lazery i khimija.-M.:Znanie.-64s. (in Russian)
2. M.M.Sushhinskij (1985), Vynuzhdennoe rassevanie sveta.-M.:Nauka.-176s. (in Russian)
3. V.V.Vojtylov, A.A.Trusov (1989), Jelektrooptika i konduktometrija polidispersnyh sistem.-L.: Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta.-188s. (in Russian)
4. E.P.Popechitelev, B.I.Chimrev (1991), Dvuhluhevye fotometricheskie sistemy dlja kliniko-fiziologicheskikh issledovanij. Uchebnoe posobie.-L.: Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta.-224s. (in Russian)
5. Pilipenko A.T., Pjatnickij I.V. (1990), Analiticheskaja himija T1,T2.-M.:Himija.-S.481-846. (in Russian)
6. Agroskin L.S., Papajan G.V. (1977), Citofotometrija.-M.:Nauka.-295s. (in Russian)
7. Bahchiev N.G. (1972), Spektroskopija mezhmolekuljarnyh vzaimodejstvij.-M.:Nauka.-265s. (in Russian)
8. Lysa N.K. (2010), Lazerna fotokhimiya yak informacijna osnova stvorenniya modelej

texnologichny`kh sensoriv / N.K.Lysa // ZNP, Instytut problem modelyuvannya v energetyци. –Vy`p. 57. – S.226-233. (in Ukrainian)

9. Sikora L.S. (2007), Lazerni fotometry dlya doslidzhennya dynamiky aktyvnykh rozchyniv ta khimichnykh reakcij / L.S. Sikora, N.K. Ly`sa // Zb. Nauk., Instytut problem modelyuvannya v energetyци. –Vyp. 44. – S.87-92. (in Ukrainian)

INFORMATION - ENERGY CONCEPT OF MEASURING SYSTEMS DESIGN BASED ON SRS EFFECT - PHOTONS SCATTERING

L.S.Sikora, N.K.Lysa

Ukrainian Academy of Printing 19, Pid Holoskom St., Lviv

The article presents the method of using laser sensing of technological and environmental conditions using the effect of stimulated Raman scattering (SRS) of the laser beam as the basis for monitoring the concentration of solutions in the dynamics of the management and rapid analysis of the environmental situation.

Keywords: *laser; control, concentration, sensor; reaction.*

Стаття надійшла до редакції 04.02.2015

Received 04.02.2015