

ризиків і не охоплює всього різноманіття процесів виникнення і розвитку аварій на небезпечних виробничих об'єктах.

1. *Альмов В.Т.* Техногенный риск: Анализ и оценка : [учебное пособие для вузов] // В.Т. Альмов, Н.П. Тарасова. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.
2. *Большаков А.М.* Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
3. *Качинський А.Б.* Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / А.Б. Качинський. – К.: Поліграфконсалтинг, 2004. – 472 с.
4. *Лисиченко Г.В.* Методологія оцінювання екологічних ризиків / Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, С.В. Барбашев. – О. : Астропринт, 2011. – 368 с.
5. *Лисиченко Г.В.* Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління / Г.В. Лисиченко, Ю.Л. Забулонов, Г.А. Хміль. – К. : Наук. думка, 2008. – 542 с.
6. *Попов О.О.* Методи аналізу ризиків в екології / О.О. Попов // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2013. – Вип. 69. – С. 19-28.
7. *Хміль Г.А.* Концептуально-методичний апарат аналізу й оцінки техногенного та природного ризиків / Г.А. Хміль // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2007. – Вип. 5. – С. 47-55.
8. *Яцишин А.В.* Методы и технологии анализа рисков для здоровья на основе данных мониторинга / А.В. Яцишин, И.П. Каменева, О.О. Попов, В.О. Артемчук // Материалы IV Международной научно-технической конференции «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2012», – Киев, 16-18 мая 2012 г. – С. 469–473.

Поступила 1.10.2015р.

УДК 004.9+621.317+543

Л.С.Сікора, д.т.н., проф. НУ «Львівська Політехніка», Н.К.Лиса, к.т.н.,
І.М.Лях, к.т.н., доц., Ужгородський національний університет

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ ТА БАЗОВІ МОДЕЛІ АКТИВІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДСТАВІ ЛАЗЕРНОГО ФОТОННОГО ЗОНДУВАННЯ

Частина 2. Інформаційно – енергетична концепція та моделі лазерної активізації технологічних процесів

Анотація. Розглянуто нові методи активізації і контролю технологічних процесів та управління на підставі лазерних методів дистанційного зондування, обґрунтовано їх ефективність та якісний вплив на його хід.

Abstract. The paper considers new methods of activation and control of technological processes and management on the basis of laser remote sensing methods, substantiation of their efficiency and the qualitative impact on his move.

Ключові слова. Лазер, фотон, активізація, реакція, вимірювання, контроль.
Keywords: laser, photon, activation, control, signal.

Актуальність. Згідно положення кіотського протоколу і нових рішень в світлі програм ООН важливою проблемою є зменшення викидів технологічних систем, особливо ТЕС, в навколишнє середовище за рахунок розробки нових технологій активізації процесів і засобів контролю та методів підвищення якості і зменшення забруднень.

Проблема. Підвищення вимог до якості технологічних процесів в енергетичній, нафтовій і хімічній промисловості, поліграфії вимагає створення нових методів і засобів підвищення якості технологічних процесів і їх активізації (очистка води, хімічні та енергетичні процеси в реакторах, фармацевтичні і біотехнічні технології, переробка нафти) та розробки нових методів контролю. Тому актуальною є проблема аналізу інформаційно – енергетичної взаємодії та розробка методів лазерного зондування технологічного середовища, як активатора фізико – хімічних процесів та створення нових засобів їх контролю та управління ними.

3. Фотонна взаємодія при лазерному зондуванні.

Спонтанне випромінювання, як стадійний процес, відбувається за час t_1 – накачка, t_2 – випромінювання, де енергія індукованого фотону буде визначатись згідно формули: $h\nu = W_m - W_n$, та діаграми рис.5.

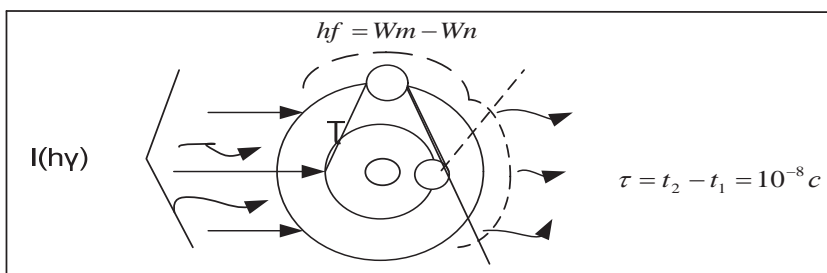


Рис.5. Схема взаємодії фотонів з атомом

Позначення на діаграмі: ϕ_L - лазерний фотон, ϕ - індукований фотон, f_L - частота, $\tau = [10^{-5} \div 1] \cdot 10^{-3}$ - час метастабільності електронів.

Число переходів на час яких формується потік фотонів, визначається при ривнях ($n \rightarrow m$) відповідно до енергії потоку випромінювання.

Відповідно число переходів буде визначатися згідно: $Z_1 = N_m A_n^m$, де A_n^m - ймовірність, N_m - концентрація збуджених атомів, $h\nu = (W_m - W_n)$ - енергія фотонів при переході ($W_n \rightarrow W_m$); $N_m = N_0 \exp\left[-\frac{W_m}{KT}\right]$ - концентрація збуджених атомів. $S_f = N_m A_n^m h\nu$ потужність потоку фотонів з частотою f .

3.1. Лазерна активація технологічного середовища.

Індуковане резонансне випромінювання, в спектрі частот збудження (hf_a), залежить від енергії активних фотонів (лазери, мазери). Число переходів $Z_2: m \rightarrow n$ індукованих за одиницю часу в одиниці об'ємі буде $Z_2 = N_m B_m^m \rho(f)$, де $\rho(f)$ - густина енергії випромінювання в смузі 1 Гц, відповідно індукована енергія - $S_f = N_m B_m^m \rho(f) h\nu$ - потужність випромінювання.

3.2. Поглинання фотонів при лазерному зондуванні технологічного середовища.

При лазерному зондуванні середовища, якщо потужність фотонного потоку менше енергії активації електрона, то відбувається поглинання [5-10]. Якщо енергія лазера більша, то відбувається відрив електронів (рис.б.б).

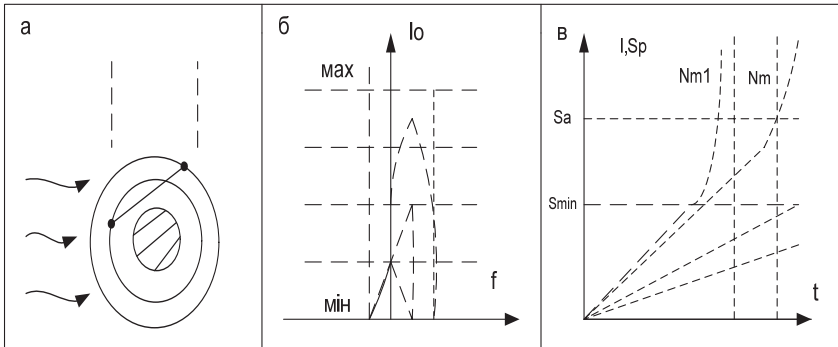


Рис. 6. (а,б,в) Схема фотонної взаємодії

Якщо фотон попадає на атом то він переходить в збуджений стан ($m \rightarrow n$) згідно теорії лінійного спектру розподілу енергії електронів n, m - рівнях $f_\phi = (W_m - W_n) / h$, де f_ϕ - частота фотона, (W_m, W_n) - енергетичний потенціал.

Відповідно при рості потужності лазерного випромінювання зростає

густина енергії потоку фотонів. Число актів поглинання буде $Z_3 = N_n C_m^n \rho(f)$, C_m^n - спряжена з перерізом поглинання фотонного потоку (рис. 6. в).

Поглинена атомами, енергія фотонного потоку визначається згідно формули $S_p = N_n C_m^n \rho(f) h f$, $E_A = \int_{\tau} S_p(d_e, t) dt$, $S_p = K_S S_0$,

де: S_p - поглинання потужність в перерізі діаметр променя лазера d_l , K_S - коефіцієнт поглинання, S_0 - потужність лазера.

Умова динамічної рівноваги атома ($n \leftrightarrow m$) при обмінних фотонних процесах визначається згідно схеми [1, 2-4, 5, 8, 9]:

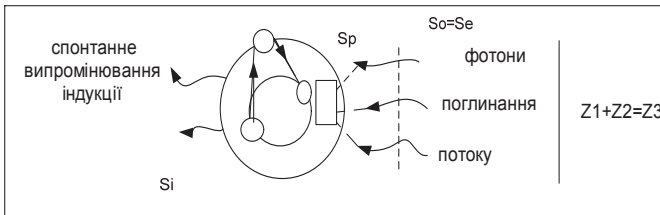


Рис. 7. Обмінних фотонних процесів в атомах

Відповідно маємо $N_m A_n^m + N_m B_n^m \rho(f) = N_n C_m^n \rho(f) = S_l$, густина потужності випромінювання лазера

Функція стану технологічного середовища в елементарному об'ємі:

$\rho(f) = A_m \left[C_m^n \frac{q_n}{q_m} \exp\left(\frac{hf}{KT}\right) - B_m \right]$ - визначається больцманським розподілом енергій молекул, відповідно маємо:

$$\rho(f) = \frac{8\pi h f^3}{C^3} [\exp(hf / KT) - 1]^{-1} - \text{де } h\nu - \text{ стала Планка, а коефіцієнти}$$

будуть відповідно визначатись $A_n^m = \frac{8\pi h f^3}{C^3} \left(\frac{q_n}{q_b}\right) C_m^n$, $B_n^m = \frac{q_n}{q_m} C_m^n$.

3.3. Фотоіонізація молекул при інтенсивному лазерному випромінюванні

На основі концепції збереження імпульсу, в технологічному середовищі відбувається в процес рекомбінації збудженого (іон-електрону), при цьому атом може бути в збудженому стані певний час τ , так як цей стан підтримується енергією зондуєчи фотонів лазера

Баланс енергії при рекомбінації (іон-електрона) відбувається при умові,

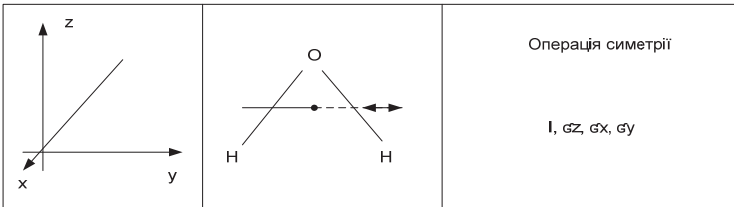
що $hf = eU_i - eU_x + \frac{mV}{2}$, де (U, U_k) - потенціальна енергія, m - маса, V - орбітальна швидкість.

4. Рідини в технологічних середовищах

Рідини можна представити як кристалічні структури (ближній порядок), які є неупорядкованими за рахунок хаотичної дії теплових ударів молекул при якому проходять процеси (кристалізація - розчинення) в упаковках молекул при якому ($r \approx dm$) віддалі між молекулами рівні (dm) з енергією взаємодії - W . Молекулярні сили вносять порядок в тепловий рух створюючи хаос.

Динаміка молекул води [1, 5, 6]

А. Поступовий рух вздовж осей в системі координат $S(x, y, z)$ молекули води згідно діаграми:



де: ζ_z - операція обертання кругом Z , ζ_x, ζ_y - не комутативні операції.

Б. Обертовий рух. Відносно трьох декартових координат молекули води (H_2O) / $S(x, y, z)$ маємо зображення на рис. 8 діаграми можливих обертових рухів центру молекули в трьох мірному просторі під дією теплової енергії або лазерного випромінювання.

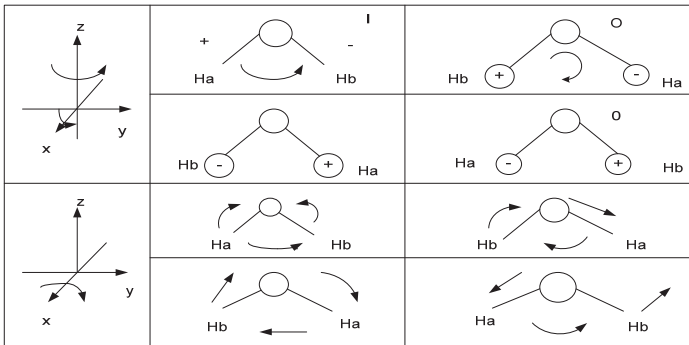
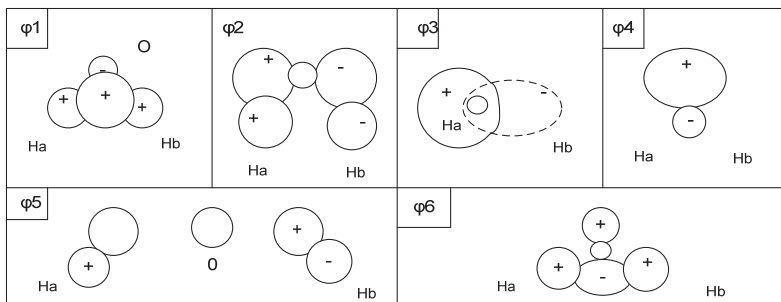


Рис. 8. Діаграма можливих обертових рухів молекул в R^3 - просторі.

В. Молекулярні орбіталі води

Для нестационарних молекул є характерний поступовий і обертовий рух та коливання [1, 5, 6, 11, 12].

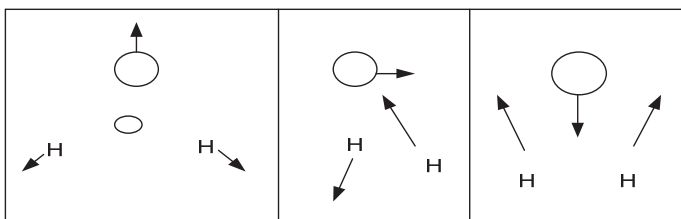
Коливний рух атомів і молекул відносно один одного разом з електронними орбіталами, які описуються електронними хвильовими функціями і відображають рух електронів в структурі атома. Квадрат хвильової функції описує міру імовірності знаходження електрону в певній області простору і є скалярною властивістю молекули. Наведемо згідно [5] молекулярні орбітали молекули води H_2O .



Орбіталі взаємодії описуються функціями (ϕ_1, ϕ_4) а роз рихлення (ϕ_5, ϕ_6) . Комплексні параметри описуються через кутовий момент, лінійний момент дипольний [1].

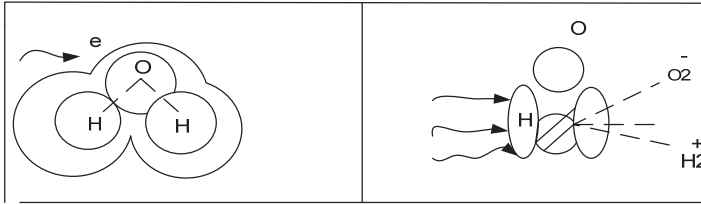
4.2 Фотоєфекти в рідинах при лазерному зондуванні.

Фотоєфекти в рідинах закладається і відриві електронів від атомів під дією потоку фотонів при умові виконання балансу енергії фотона і енергії відриву. Кожна молекула водного розчину виконує складні коливання за рахунок термодинамічної енергії. Для води, як основи розчину характерним є нормальні коливання молекул води [1,5, 7], згідно діаграми.



Відповідно [7,8,9] структура молекул розчинника, типи коливань, структура молекул компонент визначають тип взаємодії з потоком фотонів лазера.

Спільні молекулярні орбіталі води утворені на $\langle S^-, P_z^-, P_y^- \rangle$ - атомних орбіталах кисню і групових орбіталах атомів водню відображені на діаграмі [5].



Згідно функції розподілу $\phi(x, y, z)$ максимально фотонна взаємодія буде в області згущення електронних орбіт, так як забезпечується найбільша імовірність дії фотонів на електрону хмару, яка сформована молекулярними зв'язками [8, 9, 11, 12].

Відповідно енергія фотона, яка необхідна для розриву електрона при дії лазерного променя з великою густиною потужності визначається $hf \geq eU_a$.

Робота виходу для електрона визначається з умови балансу енергії зв'язку та фотона $\frac{hc}{\lambda_g} = hf_g = eU_a = W_a$, де f_g - мінімальна частота фотона

необхідна для відриву електрона $\lambda_g U_0 = 1,24 \cdot 10^{-6} [eB]$ - потенціальна.

Якщо частота енергія зв'язку фотона вища $f \geq f_g$, то електрон дістає додаткову кінетичну енергію, що приводить до ефекту активізації молекули та відриву електрону.

$$\text{Згідно рівняння Енштейна } hf_g = eU_a + \frac{m\mathcal{G}_2}{2}.$$

При дії лазерного випромінювання в системі впорядковується молекулярна структура та активізується рух електронів (вимушена синхронізація і подача енергії).

При перевищенні інтенсивності лазерного променя (густини потужності на мікрооб'єм) відбувається активізація електронів в момент t , на верхньому рівні, а в t_2 - повертається на сталу орбіту.

4.3. Формування технологічних розчинів в реакторах згідно принципів хімічної технології

Технологічне середовище в реакторах формується з компонентів і технічної води згідно:

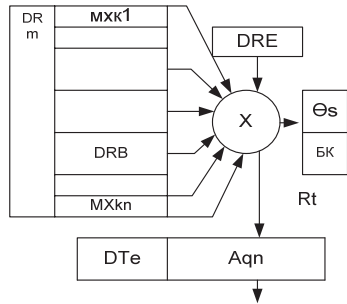
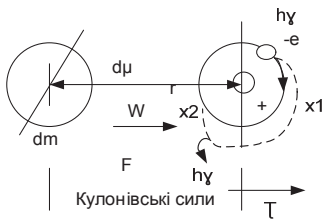


Рис. 9. Схема формування технологічного розчину

Позначення: DRm - джерело матеріальних ресурсів в яку входять: ($MXXi$) – матеріальні хімічні компоненти, DRB - джерело ресурсів рідини (води), DRE - джерело ресурсів енергії, DTE - джерело термодинамічної енергії, R_t - технологічний реактор, Aq_m - агрегат формування продукції, $БК(\theta_s)$ - блок контролю параметра стану.

4.4. Лазерна активізація технологічного середовища.

Технологічні процеси в різних типах виробництва мають відповідну структуру фізико – хімічних перетворень та зміни енергетичних станів компонент. При роботі в режимах максимальної продуктивності (граничних режимах) ускладнюється процес контролю і управління реакторами. Для конструктивного і ефективного управління процесами необхідно мати чітке уявлення про процес, його параметри і тип енергетичних перетворень, інформаційні характеристик.

Енергія хімічних зв'язків, тобто робота необхідна для розриву взаємодії атомів визначається структурою молекули і відповідно до [1, 7, 8, 9] має наступні значення:

$$H-H: 4,3168 \cdot 10^5 \text{ [Дж/моль];}$$

$$C-C: 6,0290 \cdot 10^5 \text{ [Дж/моль];}$$

$$C-H: 3,3871 \cdot 10^5 \text{ [Дж/моль];}$$

$$\text{Тобто на один зв'язок: } E_x = 4.3eV .$$

Іонізаційний потенціал для відриву одного електрона з оболонки атома визначається на основі оцінки енергії розриву молекулярних орбіталей:

$$H_i : U_i = 13,59eV, \quad Na_i : U_i(3s) = 5,15eV \quad U_i(2p) = 47,30eV$$

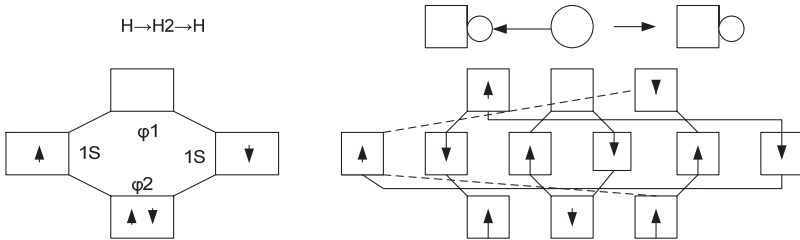
Енергія іонізації визначається на підставі компонент $E_j = E_{n,l} + E_{кол} + E_{обр}$, де $E_{n,l}$ - орбітальна компонента, $E_{кол}$ - енергія коливного руху, $E_{обр}$ - енергія обертового руху.

При лазерному збудженні молекулярної структури атома, якщо маємо широкий діапазон спектральних компонент випромінювання від

інфрачервоного до ультрафіолетового, то лазер з таким спектром забезпечує широке регулювання в діапазоні енергії фотона, при цьому спектр лазера від (ІЧ-УФ) забезпечує енергію [20-40] eV.

Активізація водних розчинів хімічних компонент.

Для того щоб оцінити процеси активізації, як структури води так водних розчинів необхідно побудувати діаграми енергетичних рівнів для молекули води для яких характерними є різні орбітальні стани. Діаграми енергетичних рівнів для атомів водню і кисню мають наступну структуру:



Різниця енергії збудованого і випроміненого фотонів рівня енергії іонізації атома: $E_2^e = h\nu - E_i$ для якої маємо структурні перетворення $M + h\nu_1 = M^+ + e^- \rightarrow [M^0 \rightarrow h\nu_2]: (\nu_1 > \nu_2)$ при цьому ν_i - лежать в ультрафіолетовій області випромінювання лазера.

Для забезпечення процесу активізації технологічного процесу в реакторі необхідно великий рівень теплової енергії для підтримки термодинамічного режиму, що може, при наближенні до граничних режимів, привести до аварійної ситуації.

Активізацію технологічного процесу можна реалізувати на підставі комплексування лазерного і термодинамічного впливу на фізико – хімічні і енергетичні процеси в реакторі об'єкта управління [6,10].

Виведення на граничний режим [A] тоді відбувається за рахунок координаційного управління потоками теплової енергії і лазерного випромінювання [B] згідно управляючих дій $[U_R, U_L]$.

На підставі вище наведених положень та [6, 10] синтезується концептуальна структура об'єкта та координаційної дворівневої системи управління активізацією технологічного процесу з регульованими джерелами термодинамічної енергії і лазерної фотонної накачки фізико – хімічних перетворень компонент, які відбуваються в реакторі агрегата.

Вибір концептуальної структури системи управління об'єкта з лазерною накачкою.

Згідно концепції викладених в [6, 10] розроблено структурну схему

(Рис.10) управління процесом в технологічному реакторі при цьому для точного регулювання енергетичного порогу взаємодії за рахунок активації молекулярної структури, використано лазерну матрицю з регульованою потужністю з допомогою системи автоматичного регулювання АСУ-ЛН

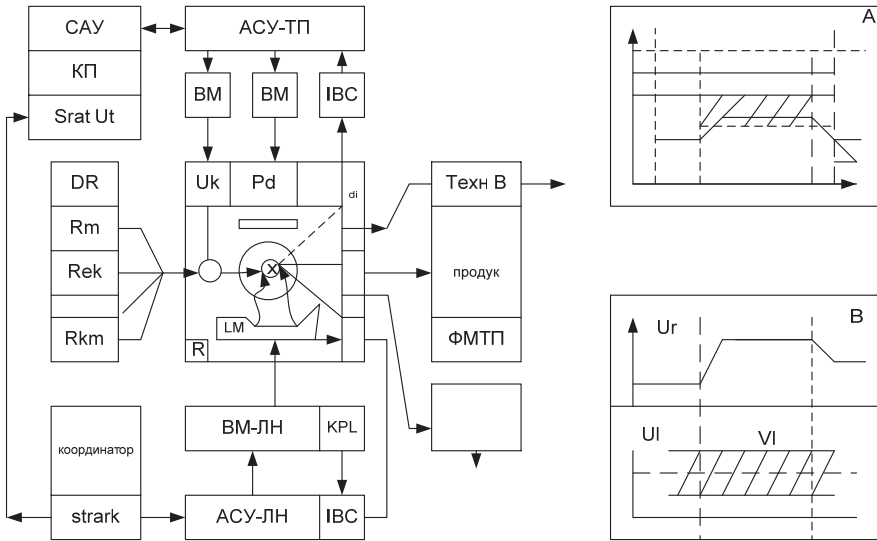


Рис. 10. Схема управління процесом в об'єкті з лазерною накачкою для активації фізико – хімічних перетворень

Позначення на схемі: R – технологічний реактор, SV – область термодинамічної взаємодії в реакторі, $ЕТД$ – джерело термодинамічної енергії потужністю Pd , LM – лазерна матриця, $ВМ$ - виконавчі механізми, IBC – інформаційно – вимірювальна система, KPL – контроль потужності лазерів, $АСУ-ТП$, $АСУ-ЛН$ – автоматичні системи управління потужністю теплового і фотонного потоку лазера, DR – джерело ресурсів, $САУ$ – система автоматизованого управління тепловим режимом зі стратегією ($Strat Ut$), [$Координатор/ strat K$] – система координаційного управління зі стратегією координації ($strat K$), $ФМ$ – формуюча машина.

Для активації технологічних процесів в багатокомпонентному середовищі можна використовувати лазерні матриці з регульованим потоком інтенсивності лазерного випромінювання. [4,5].

Використання лазерного просторового розділеного потоку фотонів приводить до прискорення фізико – хімічних енергетичних перетворень та інтифікації технологічних процесів згідно схеми (рис.11). При цьому активація процесу буде залежати від типу молекулярної структури і енергії взаємодії (фотон – молекула).

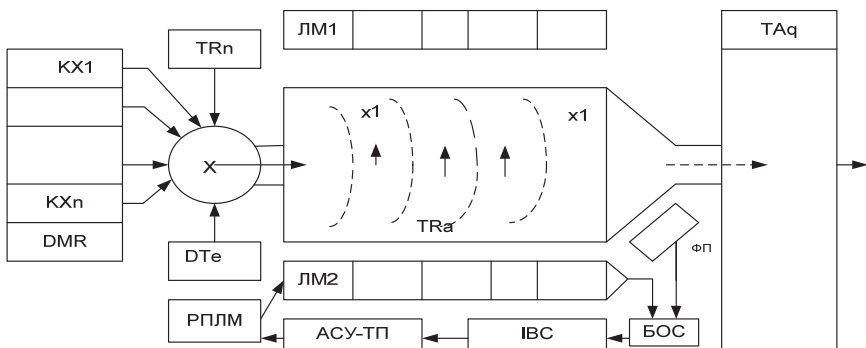


Рис. 11. Схема лазерної активації технологічного процесу розподіленим полем фотонів

Позначення на схемі: $DMR[KX_1 \dots KX_m]$ - джерело ресурсів хімічних компонент, TR_m - технологічний - активний технологічний реактор, E_a^K - енергія поля активації, LM_i - лазерна матриця, $\Phi П$ – фотоприймач, IBC – інформаційно – вимірювальна система, $АСУ-ТП$ – система управління, $РПЛМ$ – регулятор потужності лазерної матриці, $ТАq$ - технологічний агрегат формування продукції.

Висновки. В статті розглянуто лазерні технології активізації технологічних процесів з рідинним багатокомпонентним середовищем на підставі інформаційно – енергетичної концепції збудження молекулярних структур. Використання лазерних випромінювальних матриць забезпечує необхідність просторово – енергетичну структуру фотонних потоків, відповідної інтенсивності і просторової структури, які активізують фізико – хімічні процеси в технологічних реакторах і агрегатах виробничих структур різних галузей – хімічних, енергетичних, нафтопереробних, фармацевтичних і біохімії, зменшити рівень шкідливих викидів та підвищити якість продуктів. На основі поданої концепції проводились експерименти з активізації рідин для виявлення індикаторів ознак впливу (рідини – мінеральні води, вода з водосховищ ТЕС, трансформаторні оливи, розчини лікарських форм, технологічні води, з твердих матеріалів – скло різного типу і кольору). Результати досліджень підтвердили високу ефективність лазерних методів зондування лазерами регульованої потужності.

1. Порай-Ношиц М.А. Основы структурного анализа химических соединений. - М.: Высш. шк. 1989. - 192с.
2. Курс физической химии. Ред Герасимов Я.И. – М.: Химия. 1961. Т1. – 720 с.
3. Скарчилетти В.В. Теоретическая электрохимия. – Ленинград, ГТИ: Химия. 1963. - 607 с.
4. Мирдель Г. Электрофизика. - М.: Мир. 1972. – 450 с.
5. Джеффре Г., Орчин М. Симметрия в химии. – М. Мир. 1967. –233 с.

6. *Кутенов А.М., Бондарева Т.Н., Беренгартен М.Г.* Общая химическая технология. – М.: Высш. шк. 1990. – 520 с.
7. *Осипов А.И., Панченко В.Я.* Тепловые эффекты при взаимодействии лазерного излучения с молекулярными газами. – М.: МГУ. 1983. – 117 с.
8. *Леше А.* Физика молекул. М. Мир.. 1987 – 232 с.
9. *Тауер Дж., Нехвытал Э.* Орбитальная Теория в контурных диаграммах. – М.: Мир. 1988.- с.124.
10. *Сікора Л.С.* Лазерні інформаційно-вимірвальні системи для управління технологічними процесами. – Львів.: Каменяр. 1988. – 445с.
11. *Пасинский А.Г.* Биофизическая химия – М.: Высш. шк. 1968. - 43 с.
12. *Степанов Н.Ф.* Квантовая механика и квантовая физика. – М.: Мир. 2001. - 519 с.

Поступила 12.10.2015р.

УДК 004.032.26

І.Г. Цмоць¹, Т.В. Теслюк¹, І.В. Ігнатєв²

¹ Національний університет “Львівська політехніка”

²Тернопільський національний економічний університет

ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМПОНЕНТ НЕЙРО-ОРІЄНТОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Сформований операційний базис спеціалізованих компонентів нейро-орієнтованої комп'ютерної систем, визначені вимоги до алгоритмів функціонування та структури спеціалізованих компонентів, вибрано принципів проектування та розроблено метод синтезу спеціалізованих компонентів нейро-орієнтованої комп'ютерної систем, який враховує особливості елементної бази, вимоги конкретного застосування та забезпечує обробку даних в реальному часі.

Ключові слова: нейро-орієнтована комп'ютерна системи, спеціалізована компонента, синтез, структура, НВІС-реалізація.

Formed operational basis of the specialized components of the neuro-oriented computer systems. Defined requirements to algorithms of functioning and structure of specialized components. Selected principles of design and developed synthesis method of specialized components of neuro-oriented computer systems, which considers particular features of the hardware components, requirements of particular application and provides real time data processing.

Key words: neuro-oriented computer systems, specialized component, synthesis, structure, VLSI implementation.