

– 10.1.1.27.3235.pdf.

4. Poggio T., Torre V. A Volterra Representation for Some Neuron Models // Biol. Cybernetics. – 1977. – No. 27. – P. 113-124.

5. Yu Y., Lee T.S. Nonlinear dynamical mechanism underlying neuronal adaptation / Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA. – 2002. – 26 p. – http://www.cnb.cmu.edu/~tai/readings/cns-vision/yu_lee_Aug2.pdf.

6. Friston K.J. Volterra kernels and effective connectivity / University College London, UK. – 2001. – 26 p. – <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/books/hbf2/pdfs/Ch21.pdf>.

7. Смердов А.А., Романишин Ю.М. Электрическая модель нейрона при одиночном возбуждении // Вопросы кибернетики: Биомедицинформатика и ее приложения. – М.: Изд-во АН СССР. – 1988. – С. 168-174.

Поступила 28.01.2010р.

УДК 621.3

Л.С.Сікора, д.т.н., професор, Н.Р.Друк, Р.М.Владика,
Львів, НВЦ стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем

МОДЕЛІ ЛАЗЕРНОГО ЗОНДУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ЗМІЩЕНЬ І ВІБРАЦІЙ КОРПУСІВ ЕНЕРГОБЛОКІВ І МЕХАНІЗМІВ

Анотація. Розглянуто підходи до побудови систем лазерного дистанційного вимірювання динамічних зміщень, критичних точок механізмів.

Ключові слова: Базис, лазер, фотоприймач, сила, конструкція, зміщення, вібрація.

Актуальність. Проблема вимірювання вібраційних зміщень в динаміці і статичних зміщень під дією зовнішніх факторів і динамічних сил є актуальною. З точки зору діагностики стану енергоблоків, двигунів приводу, турбін і механізмів, та визначення допустимих навантажень на конструкції будівель і корпусів, складних механізмів на які діють температурні фактори і навантаження, важливою задачею є визначення геометричних зміщень в $\{(R_x, xR_y, xR_z)\} xT$ - на тривимірному просторі (координати – час), а не їх обчислення за моделями динаміки прискорення точок вимірювання прискорення.

Аналіз структури агрегатів і механізмів. Розглянемо види моделей просторові структури конструкцій об'єктів діагностування та способи розміщення компонент лазерної системи на основі виділення типових інформаційних схем відбору даних про величезну зміщення конструкції в точці зондування. (1)

M1. Модель зондування зміщення на основі дзеркального відбиття лазерного сигналу описується наступною інформаційною структурою:

© Л.С.Сікора, Н.Р.Друк, Р.М.Владика

163

$$\Delta h_{12} = A_d (Z_{fp}) \cdot Z_{fp} = A_{fp} \times A_{zc} (Z_l(t), (Z_{fs}(t \cdot F) * \Delta h_1(t))),$$

$$\Delta h_2 = A_{dzf}, \Delta s(t) = M_k F(t \cdot s_z) \cdot B_{ls} = \{B_{ls}, B_{Fs}, B_{Mr}, BFd\}.$$

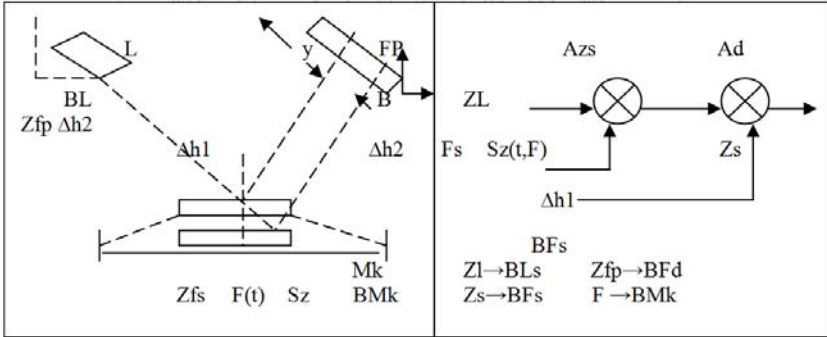
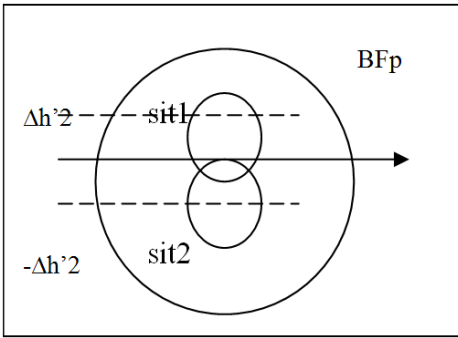


Рис. 1 Інформаційна структура перетворень лазерного сигналу при оцінці зміщення

Позначення геометричних базисів і сигналів: $BL_s(x_s, y_s, z_s)$ – базис лазера; $B F_s(x_z, y_z, z_z)$ – базис зони зондування; $BM_k(x_k, y_k, z_k)$ – базис конструкції; $B_{fp}(x_p, y_p, z_p)$ – базис фотоприймач-дискримінатор, Z_l – сигнал лазера ($n=2,4$) – квадранти зонduючого сигналу, Z_f – сигнал на виході фотоприймача, Δh_1 – зміщення конструкції в зоні зондування, Δs – зміщення поверхні зондування, Δh_2 – зміщення відбитого променя на матриці.



$[X * Y]$ – фотоприймача, відповідно маємо (рис.3):

A_{is} – оператор просторового перетворення лазерного сигналу в зоні зондування;
 $Z_{FS}(F(t), t)BF_S$ – модель збудуючого силового зміщення поверхні;

$$\Delta h_{1(\pm)} = M_k Z fs (F(t, t) bf_s).$$

Відбитий сигнал попадає на матрицю фотоприймача і відповідно дії сил F зміщується в

нижній або верхній сектор матриці, що приводить до перерозподілу енергії лазерного пучка, відповідно формуючи сигнал зміщення:

$$\Delta h = Ad(Zf) = Md(Kfp_1 U_{1s} - K fp_2 U_{2s}), U_{is} = K_{FL} P_{iL},$$

де N_{i3} – напруга, сформована в квадранті фотоприймача при попаданні частини лазерного променя при його зміщенні від центру.

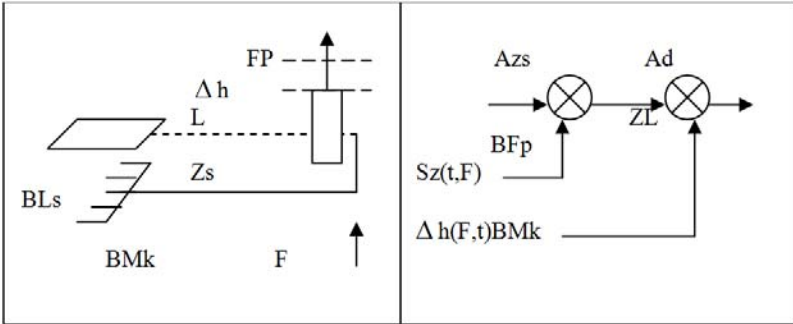
Умова балансу (0-зміщення) виконується при $(\Delta h_2 = 0) (U_{1s} - U_{2s}) = 0$, тобто центр лазерного променя співпадає з центром координат матриці.

M_2 – Модель прямого зондування зміщення описується наступною інформаційною структурою:

$$\Delta h(PLS) = AZS [ZL(t) \otimes Zs(t)] BMk;$$

$$MFp(U1S, U2S) = Ad(\Delta h(PLS) \otimes AFP) BFP,$$

де PLS (t, x, y, z) - розподіл потужностей лазера на фотоприймачі відносно базиса BFP, $\Delta h(P, L, S/F) BMk$ - зміщення центру лазерного променя під дією сили F в зоні зондування.



Відповідно до моделей зондування сформуємо базисні схеми встановлення лазера і фотоприймача в залежності від типу динаміки агрегату, лазера, конструкції (рис.2.)

Відповідно маємо наступні схеми:

1. Конструкції у вигляді оболонок (1-4);
2. Конструкції у вигляді валів (5-8);
3. Агрегати і механізми з жорсткими зв'язками валів (двигуни, турбіни, генератори, редуктори) (9-12)

На ці агрегати і конструкції встановлюються лазери, фотоприймачі, дзеркала згідно схеми (1-12) на основі яких формуються сигнали, які переходять дані про механічні зміщення при дії динамічних і крутильних та інерційних сил, використовуючи моделі M1, M2 – прямого лазера перетворення величини просторового зміщення лазера, спроектованого на матрицю фотоприймача в базисі (2-4)x0y – квадрантів фотоматриці [2,3].

Параметри координат центру зони (x0,y0). Зондування Δk матеріальної точки описуються моделями вимушених коливань під дією динамічних сил [2]:

$$mx = Px = -CX;$$

$$X + K^2 X = 0;$$

Px – відновлююча сила;

$c/m = k^2$, K – коефіцієнт жорсткості.

Відповідно величина зміщення буде:

$$x = kC_4 \cos kt + \sin kt ;$$

та прискорення центру зондування:

$$\chi' = -kC_4 \sin kt + kC_2 \cos kt ,$$

де $C1=X0$, $\chi'_0 = xC2$, $C2= \chi'_0 /k$.

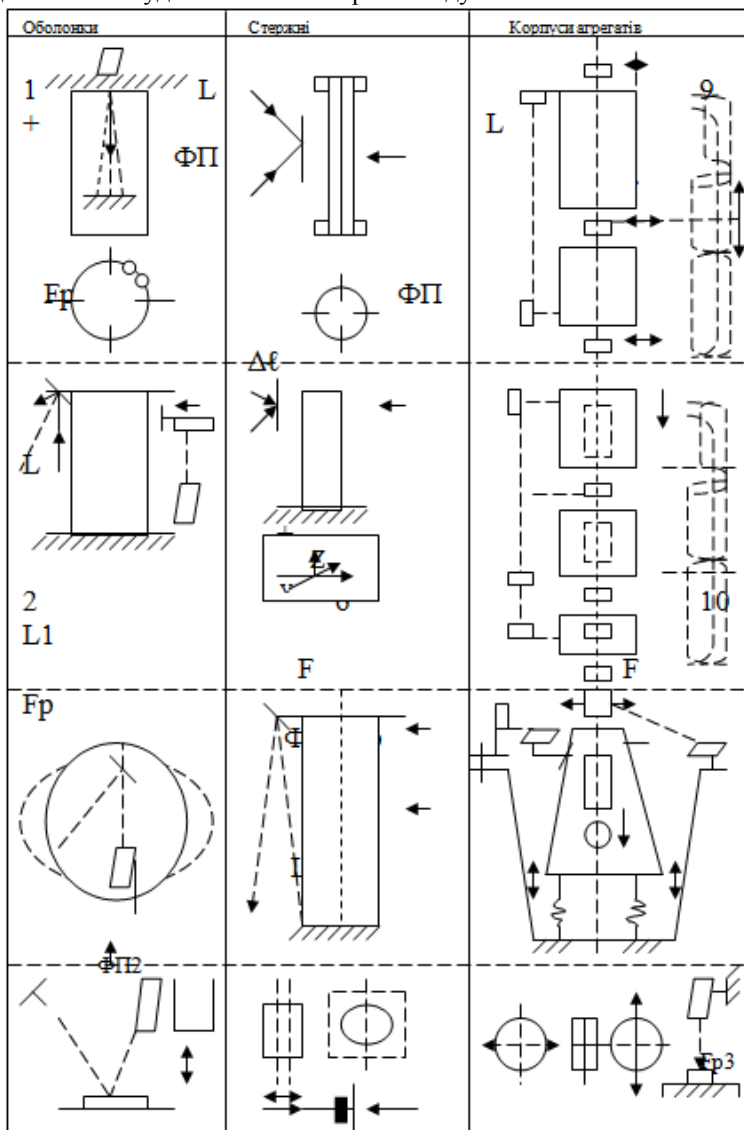
Відповідно модель руху поверхні ПС(x_0) зондування буде:

$$\chi(t) = \chi_0 \cos kt + \frac{\chi'_0}{k} \sin kt ,$$

або у вигляді:

$$\chi(t) = A \sin(kt + \beta) , C1 = \alpha \sin \beta , C2 = \alpha \cos \beta ,$$

де A – амплітуда коливань поверхні зондування.



Щоб виділити значення амплітуди зміщення відносно центру площини зондування $A = (A^+, A^- | x_0)$ в момент часу t необхідно, за рахунок перерозподілу енергії лазера на фотоматриці перетворення:

$$Z_S(A^+_{\Delta}, A^-_{\Delta}, t) \begin{cases} P_L(+\Delta S) \rightarrow U_1(A^+) = (I_{S1} - I_{S2})^+ KF, \\ P_L(-\Delta S) \rightarrow U_1(A^-) = (I_{S1} - I_{S2})^- KF, \end{cases}$$

де (I_1, I_2) - перерозподіл інтенсивності лазерного променя на матриці за рахунок зміщення поверхні зондування.

Структура сигналу на виході фотоматриці залежить від збудовуючої сили, яка має характер динаміки:

- ❖ детермінований ($\Delta H = \text{const}$);
- ❖ гармонічний ($\Delta H = \Delta \sin(\omega t_e)$);
- ❖ стохастичний ($\Delta H = \Sigma \Delta_i(t, \omega)$).

Біль загальний опис динаміки зони зондування в критичних точках механізмів та агрегатів можна провести на основі диференціальних рівнянь руху механічної системи в узагальнених координатах і канонічних рівнянь Гамільтона [2, 3].

Висновок.

Розглянуто і обґрунтовано моделі лазерного вимірювання динамічних зміщень критичних координат вузлів, механізмів агрегатів в прямому геометричному базисі.

Можливості лазерної технології забезпечують дистанційне вимірювання зміщень в широкому діапазоні частот ($\omega=0, \omega_m$) - від сталого значення до частоти модуляції лазерного зондування, можуть використовуватись як в промисловості, так і в учбовому процесі для демонстрації динамічних режимів механізмів.

1. *Сікора Л.С* Лазерні інформаційно – вимірювальні системи для управління технологічними процесами. – Львів: Каменяр. 1998- 445.
2. *Яблонський А.А.* Курс теоретической механики – М. Вищ. шк. 1971- 576с.
3. *Кожевников С.Н.* Теория механизмов и машин. – М. Машиностроение 1969 – 584с.

Поступила 4.02.2010р.