

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

SELF-SYNCHRONIZATION OF TWO ONE-MASSIN RESONANT VIBRATORS

Abstract: Discusses the possibility of self-synchronization of two one-massin resonant vibrator connected by an elastic connection. For research of self-synchronization of two resonant vibrators with the analytical characteristics of elastic ties a program was compiled in Delphi. The possibilities of existence in the system - the effect of self-synchronization are shown.

Key words: self-synchronisation, crank, resonant vibrocar, systems with one degree of freedom, sinfaza.

Language: Russian

Citation: Zhakash A, Talasbaev AA, Raymova A (2015) SELF-SYNCHRONIZATION OF TWO ONE-MASSIN RESONANT VIBRATORS. ISJ Theoretical & Applied Science 06 (26): 48-51.

Soi: [http://s-o-i.org/1.1/TAS*06\(26\)11](http://s-o-i.org/1.1/TAS*06(26)11) **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.06.26.11>

УДК 531.1:514.1

САМОСИНХРОНИЗАЦИИ ДВУХ ОДНОМАССНЫХ РЕЗОНАНСНЫХ ВИБРОМАШИН

Аннотация: Рассматривается возможность самосинхронизации двух одномассных резонансных вибромашин, связанных упругой связью. Для исследования самосинхронизации двух резонансных вибромашин с аналитическими характеристиками упругих связей была составлена программа на языке Delphi. Показаны возможности существования в системе эффекта самосинхронизации.

Ключевые слова: самосинхронизация, кривошип, резонансные вибромашин, системы с одной степенью свободы, синфаза.

Рассматривается возможность самосинхронизации двух одномассных резонансных вибромашин, связанных упругой связью [1]. Схема рассматриваемой системы представлена на рис.1.

Будем полагать, что каждый блок представляет собой упругую систему с одной степенью свободы. В рассматриваемой системе возбуждение колебаний осуществляется эксцентриковыми вибраторами с упругими элементами в шатуне. Упругие

восстанавливающие характеристики основных упругих связей будем описывать соотношениями вида

$$P_0(x_i) = k_i x_i + \beta_i x_i^3 \quad (i = 1, 2) \quad (1)$$

Тогда для расчетной схемы, представленной на рис.1., при сделанных выше предположениях, дифференциальные уравнения движения могут быть записаны в виде:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + \varepsilon_1 \dot{x}_1 + (k_{10} + k_1)x_1 + \beta_1 x_1^3 + k_{12}(x_1 - x_2) &= k_{10} \rho \sin \varphi_1 \\ m_2 \ddot{x}_2 + \varepsilon_2 \dot{x}_2 + (k_{20} + k_2)x_2 + \beta_2 x_2^3 - k_{12}(x_1 - x_2) &= k_{20} \rho \sin \varphi_2 \\ J_1 \ddot{\varphi}_1 + g_1 \dot{\varphi}_1 &= M_{10} - b_1 \varphi_1 + k_{10} \rho (x_1 - \rho \sin \varphi_1) \cos \varphi_1 \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 + g_2 \dot{\varphi}_2 &= M_{20} - b_2 \varphi_2 + k_{20} \rho (x_1 - \rho \sin \varphi_2) \cos \varphi_2 \end{aligned} \quad (2)$$

где m_1, m_2 - массы рабочих органов;
 J_1, J_2 - моменты инерции приведенные к кривошипам;
 k_{10}, k_{20} - жесткости приводных упругих связей;
 φ_1, φ_2 - углы поворота кривошипов;
 k_{12} - жесткость упругой связи, соединяющей рабочие органы;

x_1, x_2 - перемещения центров массы рабочих органов;
 $M_{10} - b_1 \dot{\varphi}_1, M_{20} - b_2 \dot{\varphi}_2$ моментные характеристики двигателей в рабочей области, приведенные к кривошипам;
 ρ - радиус кривошипа (эксцентриситета).

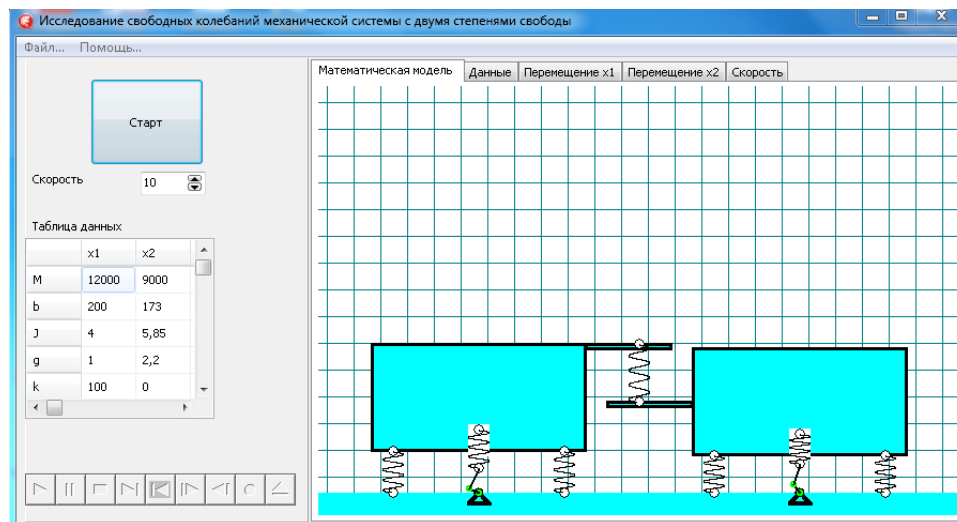


Рисунок 1 - Расчетная схема секционированной резонансной вибромашины.

Для исследования самосинхронизации двух резонансных вибромашин с аналитическими характеристиками упругих связей была составлена программа на языке Delphi [2]. Код программы указан в таблице. Программа позволяет визуально следить за работой системы где k_1, k_2 жесткости упругих связей.

В качестве конкретного объекта исследования была взята система со следующими значениями параметров:

$$\begin{aligned}
 m_2 &= 7800 \text{ кг}; & k_1 &= k_2 = 6.05 \cdot 10^7 \text{ Н/м}; \\
 k_{10} &= k_{20} = 8 \cdot 10^7 \text{ Н/м}; & \beta_1 &= \beta_2 = 10^{11} \text{ Н/м}^3; \\
 \varepsilon_1 &= \varepsilon_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ с} \cdot \text{Н/м}; & \rho &= 0.015 \text{ м}; \\
 J_1 &= J_2 = 5.85 \text{ Н} \cdot \text{м/с}^2; & g_1 &= g_2 = 2.2 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}; \\
 M_{10} &= M_{20} = 10773.6 \text{ Н} \cdot \text{м}; & b_1 &= b_2 = 173.86 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с};
 \end{aligned}$$

Значения жесткости k_{12} , массы m_1 варьировались в следующих пределах:
 $k_{12} = 10^7 \text{ Н/м} \div 2 \cdot 10^8 \text{ Н/м}$ с шагом $5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$
 $m_1 = 3800 \text{ кг} \div 7800 \text{ кг}$ с шагом 500 кг .

Это осуществлялось с целью оценки возможностей захватывания системы в режим самосинхронизации при изменении параметров. Варьирование значения k_{12} связано с тем, что при составлении уравнения движения предполагалось, что устанавливаемая на рабочие органы форма с (технологической нагрузкой или без неё) не обеспечивает превращения их в одно абсолютно твердое тело.

В связи с этим, в математическую модель была введена упругая связь с жесткостью k_{12} , которая может принимать любое значение, учитывая практическую невозможность ее контроля.

Impact Factor ISRA (India) = 1.344
 Impact Factor ISI (Dubai, UAE) = 0.829
 based on International Citation Report (ICR)
 Impact Factor GIF (Australia) = 0.356

Impact Factor JIF = 1.500
 Impact Factor SIS (USA) = 0.912
 Impact Factor PIHII (Russia) = 0.179
 Impact Factor ESJI (KZ) = 1.042

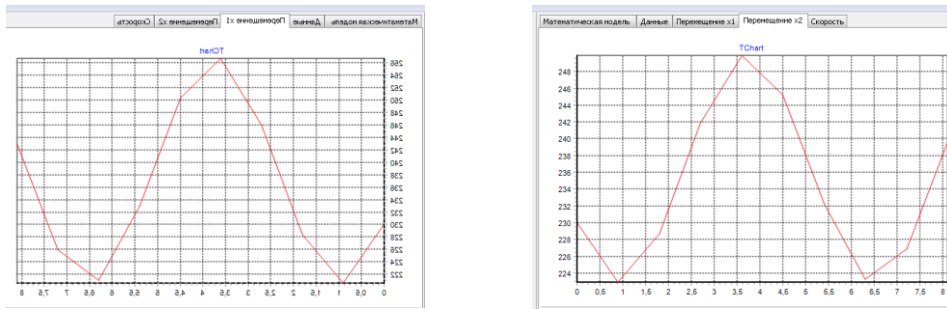


Рисунок 2 - Перемещение вибромашин.

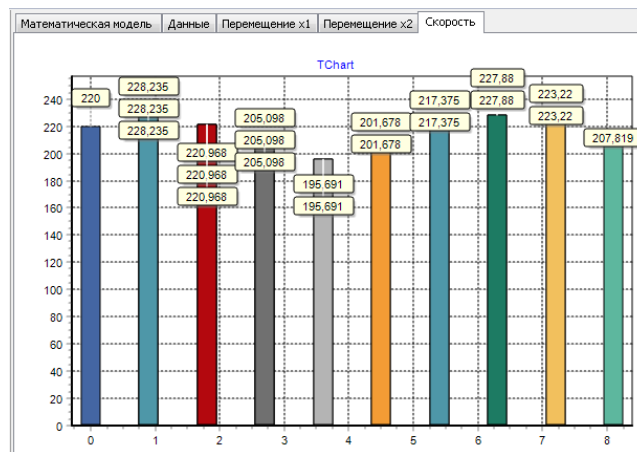


Рисунок 3 - Распределение скоростей.

Delphi code

```

////////////////////////////////////
Kvaddcolor1(x0+90,y0+75,20,30,clwhite);
x10:=350+100;y10:=380;
x11:=x10; y11:=y0+80-20;
image1.Canvas.Pen.Width:=3;
bekitpe(x10,y10,3);
shzel(trunc(x10),trunc(y10));
x:=Round(x10+10*Cos(t/1.2)); //параметрическое
уравнение для x
y:=Round(y10-10*Sin(t/1.2)); //параметрическое
уравнение для y
image1.Canvas.MoveTo(trunc(x10), trunc(y10));
//центр окружности
image1.Canvas.LineTo(trunc(X), trunc(Y));
//координаты x,y (докуда рисовать линию)
shzel(trunc(x),trunc(y));
vx:=(x-x11)/sqrt(sqrt(x-x11)+sqrt(y-y11));
vy:=(y-y11)/sqrt(sqrt(x-x11)+sqrt(y-y11));
x12:=x11;
y12:=y-trunc(20*vy);
image1.Canvas.MoveTo(trunc(x),trunc(y));
image1.Canvas.LineTo(trunc(x12),trunc(y12));
image1.Canvas.Pen.Width:=1;
pryz11(x0+100,y0+80,x12,y12);
////////////////////////////////////
  
```

```

////////////////////////////////////
Kvaddcolor1(x1+90,y1+75,20,30,clwhite);
x10:=x1+100;y10:=380;
x11:=x10; y11:=y0+80-20;
image1.Canvas.Pen.Width:=3;
bekitpe(x10,y10,3);
shzel(trunc(x10),trunc(y10));
x:=Round(x10+10*Cos(t)); //параметрическое
уравнение для x
y:=Round(y10-10*Sin(t)); //параметрическое
уравнение для y
image1.Canvas.MoveTo(trunc(x10), trunc(y10));
//центр окружности
image1.Canvas.LineTo(trunc(X), trunc(Y));
//координаты x,y (докуда рисовать линию)
shzel(trunc(x),trunc(y));
vx:=(x-x11)/sqrt(sqrt(x-x11)+sqrt(y-y11));
vy:=(y-y11)/sqrt(sqrt(x-x11)+sqrt(y-y11));
x12:=x11;
y12:=y-trunc(20*vy);
image1.Canvas.MoveTo(trunc(x),trunc(y));
image1.Canvas.LineTo(trunc(x12),trunc(y12));
image1.Canvas.Pen.Width:=1;
pryz11(x1+100,y1+80,x12,y12);
////////////////////////////////////
  
```

Impact Factor ISRA (India) = 1.344
Impact Factor ISI (Dubai, UAE) = 0.829
based on International Citation Report (ICR)
Impact Factor GIF (Australia) = 0.356

Impact Factor JIF = 1.500
Impact Factor SIS (USA) = 0.912
Impact Factor PИИЦ (Russia) = 0.179
Impact Factor ESJI (KZ) = 1.042

Анализ полученных результатов, показывает, что с увеличением соединяющей жесткости k_{12} имеет место уменьшение угла сдвига фаз α . В пределе, при переходе к абсолютно жесткому соединению масс m_1 и m_2 , режим работы вибровозбудителей

стремится к синфазному (рис.2). Этот факт следует учитывать при практическом использовании эффекта самосинхронизации в резонансных машинах, особенно в тяжелых машинах технологического назначения.

References:

1. Kryukov BM (1978) Dinamika sushchestvenno – nelineynykh sistem Mashinostroenie. – Moscow, 1978.
2. Arkhangel'skiy AY (1999) Razrabotka prikladnykh programm dlya Windows V Delphi 5, – Moscow, 1999.
3. Gyuygens K (1970) Tri memuara po mekhanike. Perv. s angl., Fiz-matgiz, Moscow, 1970.
4. Blekhan II (1973) Samosinkhronizatsiya vibratorov nekotorykh vibratsionnykh mashin. Inzhenernyy sb., 1973, - pp. 16.
5. Gauze GF, Vitt AA (1934) O periodicheskikh kolebaniyakh chislennosti populyatsii. Izd-vo AN, ser. 7, 1934.
6. Tsaplin SA (1953) Viborudarnye mekhanizmy Avtotransizd., Moscow, 1953.
7. Blekhan II (1971) Sinkhronizatsiya dinamicheskikh sistem. Moscow, 896 p.
8. Lyapunov AM (1980) Obshchaya zadacha ob ustoychivosti dvizheniya. -Moscow. Gostekhizdat, 471 p.
9. Malkin IG (1950) Nekotorye zadachi teorii nelineynykh kolebaniy. Moscow. Gostekhizdat, 148 p.
10. Blekhan II (1978) Sinkhronizatsiya v tekhnike i prirode. –Nauka, 34 p.