УДК 62-83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТЕЙ И МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ МНОГОМАССОВОЙ НЕРАЗВЕТВЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПО МИНИМУМУ НАГРУЗОК В УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТАХ

Хоменко В.Н., студент; Борисенко В.Ф., профессор, к.т.н.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Современные уникальные машины и агрегаты в большинстве случаев для исследования динамики систем приводятся к n-массовой системе с одним-двумя разветвлениями. Эти разветвления имеют, в общем случае, одинаковые характеристические величины (жесткость, зазор, момент инерции), что позволяет сделать упрощения и свести их к неразветвленной схеме.

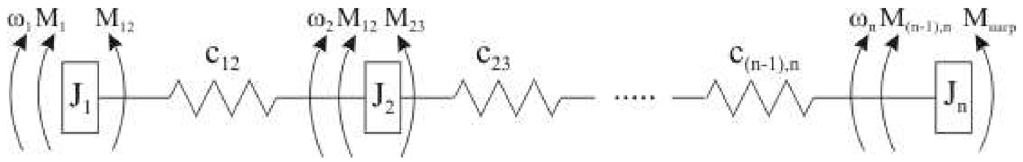

Рисунок 1 – Расчетная n-массовая неразветвленная схема

Известно, что минимум нагрузок в упругих элементах электромеханической системы будет иметь место при выполнении следующего соотношения между соответствующими частотами колебания системы:

$$\Omega_{(n-1),n} = (n-1)\cdot\Omega_{12}$$

где n – число расчетных масс системы;
(n-1) – число упругих элементов в системе;
Ω_{12} – собственная частота колебаний двухмассовой системы.
Выражение для Ω_{12}:

$$\Omega_{12} = \sqrt{\frac{C_{12}\cdot(J_1+J_2)}{J_1\cdot J_2}}$$

является базовым и в дальнейшем используется для определения Ω_{23}, Ω_{34}, …, $\Omega_{n-1,n}$.

Нахождение величины Ω_{12} возможно при заданных C_{12}, J_1, J_2.

Нахождение оставшихся величин Ω_{23}, Ω_{34}, …, $\Omega_{n-1,n}$ не вызывает труда, если заданы жесткости связей и расчетные массы.

Нами в настоящей статье ставится задача более широко: по заданным C_{12}, C_{23}, …, $C_{n-1,n}$, фиксированной величине Ω_{12}, определить вторые массы двухмассовых блоков (J_2 для системы m_1-m_2, J_3 для системы m_2-m_3 и т.д.). И наоборот, по заданным J_2, J_3, …, J_n, фиксированной величине Ω_{12}, определить необходимые по условию минимума динамических нагрузок в упругих элементах жесткости (C_{12} для системы m_1-m_2, C_{23} для системы m_2-m_3 и т.д.).

В этом случае появляется возможность разработать такую программу расчета, которая будет учитывать оптимальные соотношения между Ω_{12} и $\Omega_{n-1,n}$.

В качестве начальных значений для Ω_{12} принята величина, равная 50 c^{-1}. Величина момента инерции первой массы – J_1=1 кг·м^2. Число расчетных масс n=4.

Программа расчета неизвестных величин момента инерции и второй жесткости для оптимальных соотношений между Ω_{12} и $\Omega_{n-1,n}$ приведена ниже:

```
clc,close all,clear all
J1=1;Om12=50;kolMass=4;
Ngr=100;
c=[inf linspace(50,2000,Ngr-1)];
om=[(1:kolMass)-1]*Om12;
J=ones(kolMass,Ngr)*J1;
for j=2:kolMass
   for i=1:Ngr
      J(j,i)=c(i)*J(j-1,i)/(om(j)*om(j)*J(j-1,i)-c(i));
   end
end
col={'r','k--','b','c--','m','r--','k','b--','c','m--'}; i=0;
for j=2:kolMass
   if (i<10), i=i+1; else i=1; end
   plot(c(2:end),J(j,2:end),col{i}),hold on,grid on
end
```

По результатам расчетов построена трехмерная система, в которой при фиксации двух величин легко находится третья.

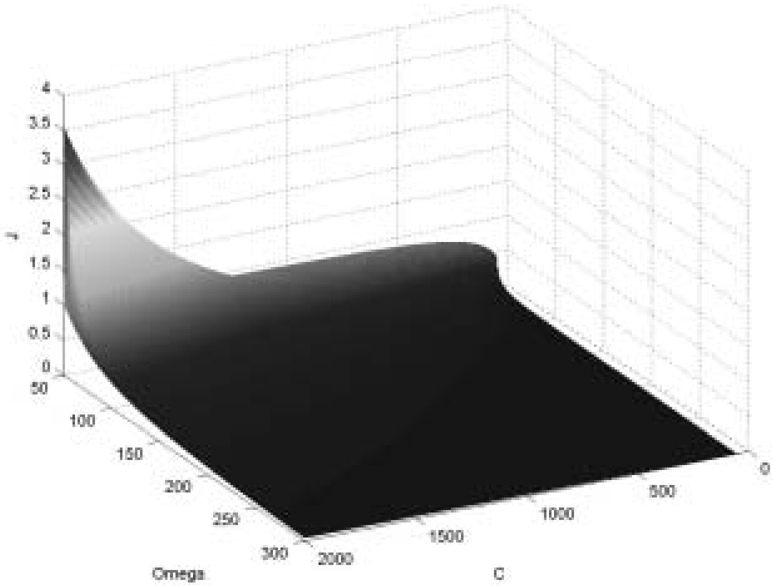

Рисунок 2 – График зависимости (J,C)=f(Ω)

При исключении из графиков Ω_{12}, Ω_{23}, …, $\Omega_{n-1,n}$ (рис. 2) можно перейти к плоской системе представления зависимостей (рис. 3).

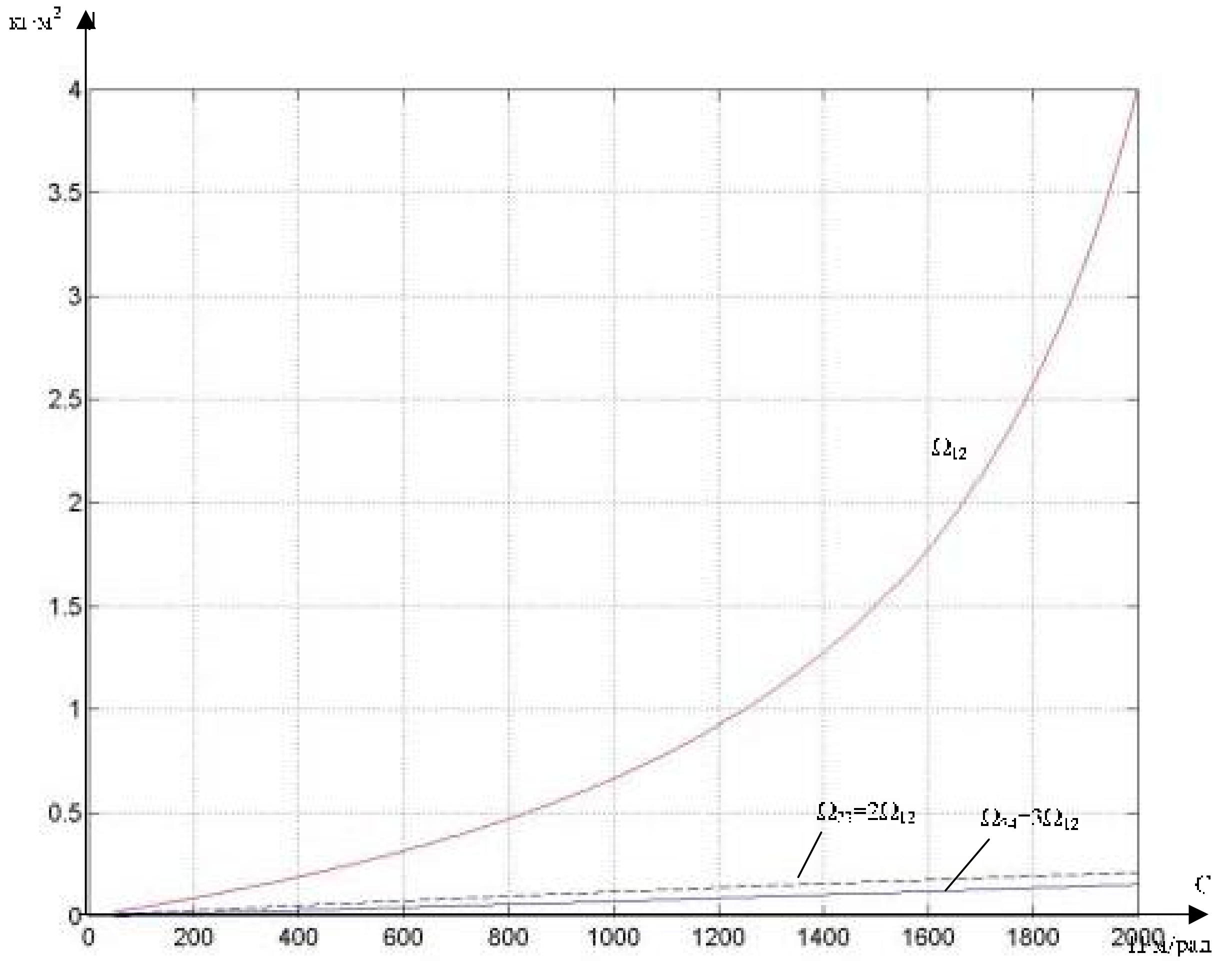

Рисунок 3 – Зависимости J=f(C) для фиксированных значений

$\Omega_{12}, \Omega_{23}, \ldots, \Omega_{n-1,n}$.

Приведем пример определения С12 и J2 для принятых нами значений величин:

зададимся жесткостью С12=400 Н·м/рад, тогда по кривой Ω_{12} находим соответствующий момент инерции второй массы J2=0,19 кг·м^2. Если С23=1200 Н·м/рад, то для третьей массы J3=0,138 кг·м^2. И таким же образом для последующих расчетных масс.

Предлагаемая нами методика может использоваться на этапах раннего проектирования электромеханических систем и служить в качестве диагностирующего признака.