

твёрдого тела совершают тепловые колебания. Между атомами твёрдого тела имеются сильные взаимодействия. Ядро, в котором сконцентрирована масса атома, колеблется в системе: «ядро - электронная оболочка». Асимметричность этой системы может быть создана за счёт деформации электронной оболочки магнитным полем или смещением ядра под действием ускорения. Это может проявляться в космосе, подтверждается экспериментами с гироскопическими устройствами [9,10]. В дальнейшем представляют интерес: исследования процесса взаимного влияния собственных частот колебания ядер и внешнего колебательного силового воздействия, а также воздействия высокого давления, которое имеет место в недрах планет.

Заключение

В прикладной газовой динамике в результате многочисленных исследований признан эффект увеличения тяги за счёт присоединения масс газа. Согласно научному открытию №314 наибольший эффект наблюдается при пульсирующем истечении активной струи, реализующем минимальные потери. При этом в уравнении количества движения учитываются потери на удар.

Теоретически обоснована необходимость учёта присоединения масс, потерь на удар и в уравнении количества движения при взаимодействии абсолютно неупругих твёрдых тел. В замкнутой системе, если будут созданы разнонаправленные и неравные силы трения (потери на удар), например в колебательном процессе массы, то возникает неуравновешенная (движущая) сила без выброса реактивной массы. Это может проявляться в так называемых «инерцоидах». Определены некоторые направления дальнейших исследований.

Список литературы

1. Лопота В.А., Глушко В.П., Глушко В.В. О движителях без выброса массы в «пустом»

космическом пространстве // Робототехника и техническая кибернетика. 2018. № 2. С. 66 – 76.

2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. Изд.-во «Наука», 1969. - 824 с.

3. Нечаев Ю.Н., Фёдоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей. Ч. 2. М.: «Машиностроение», 1978, -336 с.

4. Китайгородский А.И. Введение в физику. Изд.-во «Наука», 1973. - 688 с.

5. Баум Ф. А., Орленко Л. П., Станюкович К. П., Шехтер Б. И. Физика взрыва. – М.: Наука, 1975.

6. Кудрин О.И., Квасников А.В., Челомей В.Н. Явление аномального высокого прироста тяги в газовом эжекторном процессе с пульсирующей активной струей: описание открытия №314. Вестник АН СССР. №10,1986.

7. Левин В.А., Смехов Г.Д., Тарасов А.И., Хмелевский А.Н. Расчётное и экспериментальное исследование пульсирующей детонации в модели двигателя. – М.: Институт механики МГУ, 1998. Препринт № 42-98. – 34 с.

8. Богданов В. И. Взаимодействие масс в рабочем процессе пульсирующих реактивных двигателей как средство повышения их тяговой эффективности // Инженерно-физический журнал. 2006. Т. 79. № 3. С. 85-90.

9. Богданов В.И. Эффект создания движущей силы без выброса реактивной массы в согласии с механикой Ньютона и реализация его в технике // Sciences of Europe. Praha, Czech Republic. VOL 1, No. 48, 2020, pp. 10-15.

10. Bogdanov V.I. Effect of Occurrence of Propulsive Force with no Reaction Mass Ejection. International Technology and Science Publications (ITS). Submitted to Applied Physics. Volume 3, Issue 4, 2020, pp.36-47.

Богданов Василий Иванович, д.т.н., ПАО «ОДК-Сатурн» эксперт.
м.т. 8-910-974-47-63

Агаларов Дж.Г.

*Институт Математики и Механики
Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан*

Мамедова Г.А.

*Институт Математики и Механики
Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан*

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДВЕШЕННЫХ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ПЛАСТИН

J. H. Agalarov ,

*Institute of Mathematics and Mechanics
National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

G. A. Mammadova

*Institute of Mathematics and Mechanics
National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

FREE OSCILLATIONS OF SUSPENDED CONCENTRIC PLATES

Abstract. In the field of plate dynamics, vibrations and waves in various cases are considered. The frequency of plate vibrations is not analytically expressed. In this paper, we consider the problems of oscillation of concentric circular plates in various cases of support, including a hinge with an elastic support. The stiffness of the support is calculated as a function of frequency, i.e. the inverse problem.

Аннотация. В области динамики пластин рассмотрены колебания и волны в различных случаях. Частота колебаний пластин аналитически не выражается. В данной работе рассмотрены задачи колебаниях концентрических круговых пластин при различных случаях опирания в том числе шарнирное с упругим опиранием. Рассчитывается жёсткость опоры как функции частоты, т.е. обратная задача.

Key words: *oscillations, frequency, radius, stiffness, plates.*

Ключевые слова: *колебания, частота, радиус, жёсткость, пластин.*

Введение. В настоящее время существует большое количество технологий, позволяющих создавать слоисто-волоконистые композиты из практически любых наборов материалов с различными физико-механическими свойствами. Многослойные армированные плоские конструкции находят широкое применение в различных областях современной техники: космической, авиационной, кораблестроительной; промышленном, гражданском и транспортном строительстве, химическом и энергетическом машиностроении [1–6].

В работе [7] построена модель динамического поведения жесткопластических гибридных слоистых композитных пластин со свободным произвольным кусочно гладким внешним контуром и закрепленным круглым внутренним отверстием, шарнирно опертым или защемленным, на которые действует равномерно распределенная по поверхности кратковременная динамическая нагрузка высокой интенсивности взрывного типа. Армирование пластин выполнено в радиальном (по отношению к опертому круглому контуру), окружном и угловом направлениях. Считается, что механические характеристики материалов, составляющих слоистый пакет, являются соразмерными (отличающимися не более чем на порядок). По толщине каждый слой имеет регулярную и квазигоднородную структуру, на границах между слоями выполняются условия идеального механического контакта. В этом случае для слоистых пластин приемлемо использование традиционных гипотез Кирхгофа – Лява.

Круговые пластины широко применяются в различных отраслях техники в качестве рабочих элементов в авиастроении, в гражданском строительстве и др.

Определению собственных частот колебаний круговых пластин, как свободных так и покоящихся на упругом основании типа Винклера, посвящён ряд работ [8–12]. Только для статических задач об изгибе прямоугольных пластинок, лежащих на упругом основании с переменным коэффициентом постели, известны решения. В статье [13] расчёт таких пластинок ведется методом конечных элементов, а в [14] – методом Галёркина.

В работе [15] исследованы симметричные поперечные колебания металлополимерной трехслойной круговой пластины, связанной с упругим основанием, при тепловом ударе. Для внешних слоев принимаются гипотезы Кирхгофа, в легком заполнителе деформированная нормаль прямолинейна и несжимаема по толщине. Получены аналитические решения, проведен их численный анализ.

В данной работе рассматриваются свободные колебания подвешенных концентрических пластин. По контуру имеет место шарнирно закрепление. В это же время шарнир опирается упруго.

Очевидно вид подвески будет сказываться а частоту колебаний. На практике закрепление пластины может оказаться отличным от планируемого и поэтому необходимо знание как влияет закрепление на частоту колебаний.

Цель работы - изучать колебаниях концентрических пластин шарнирно закрепленной по контуру и упруго опирание.

Постановка задачи.

Концентрических пластин шарнирно закреплена по контуру и упруго опирается (рис.1.)

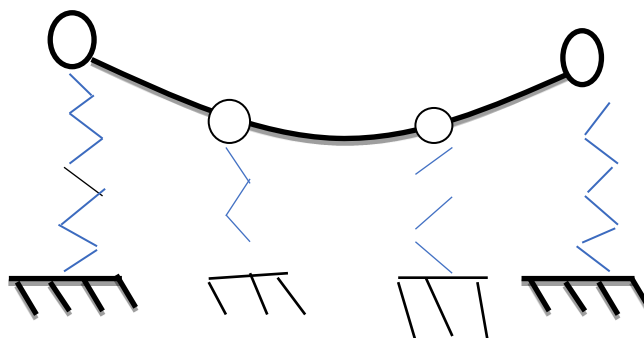


Рис.1.

Уравнение колебаний пластины имеет вид [16]:

$$\begin{aligned}\Delta \Delta W_1 + \frac{\rho h}{D} \cdot \frac{\partial^2 W_1}{\partial t^2} &= 0 \\ \Delta \Delta W_2 + \frac{\rho h}{D} \cdot \frac{\partial^2 W_2}{\partial t^2} &= 0\end{aligned}\quad (1)$$

где $D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu)^2}$ - цилиндрическая жёсткость пластины, $q = \rho h$ - масса пластины, отнесённая к единице поверхности, r_0 - радиус пластины, h - толщина, ω - частота колебаний, μ - коэффициент Пуассона, Δ - оператор Лапласа.

Решение уравнения (1) имеет вид:

$$\begin{aligned}W_1 &= A_1 J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + B_1 I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \\ W_2 &= A_2 J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) + B_2 I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right)\end{aligned}\quad (2)$$

Условие шарнирного закрепления имеет вид:

$$\begin{aligned}\frac{d^2 W_1}{dr_1^2} + \frac{\nu}{r_1} \cdot \frac{dW_1}{dr_1} &= 0 \\ \frac{d^2 W_2}{dr_2^2} + \frac{\nu}{r_2} \cdot \frac{dW_2}{dr_2} &= 0\end{aligned}\quad (3)$$

Условие упругого опирания при $r = a$

$$\begin{aligned}\frac{d^3 W_1}{dr_1^3} + \frac{\nu}{r_1} \frac{d^2 W_1}{dr_1^2} - \frac{\nu}{r_1^2} \frac{dW_1}{dr_1} &= \lambda W_1 \\ \frac{d^3 W_2}{dr_2^3} + \frac{\nu}{r_2} \frac{d^2 W_2}{dr_2^2} - \frac{\nu}{r_2^2} \frac{dW_2}{dr_2} &= \lambda W_2\end{aligned}\quad (4)$$

Подставляя (2) в (4) получаем, учитывая

$$\begin{aligned}\frac{\partial J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r} &= -\frac{\omega}{a} J_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) \quad ; \quad \frac{\partial I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r} = -\frac{\omega}{a} I_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) \\ \frac{\partial^2 J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^2} &= \frac{\omega^2}{a^2} \left[\frac{a}{\omega r} J_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \right] \quad ; \quad \frac{\partial^2 I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^2} = \frac{\omega^2}{a^2} \left[\frac{a}{\omega r} I_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) - I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \right] \\ \frac{\partial^3 J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^3} &= \frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r^2} \right) J_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r} J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \quad ; \quad \frac{\partial^3 I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^3} = \frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r^2} \right) I_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) + \\ &\quad \frac{\omega^2}{a^2 r} I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \quad ; \\ A_1 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_1^2} \right) J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_1} J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\nu}{r_1} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_1} J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) + \frac{\nu}{r_1^2} \frac{\omega}{a} \cdot J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right] + \\ + B_1 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_1^2} \right) I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_1} I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\nu}{r_1} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_1} I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) - I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) + \frac{\nu}{r_1^2} \frac{\omega}{a} \cdot I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right] = \\ = \lambda \left(A_1 J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + B_1 I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) \\ A_2 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_2^2} \right) J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_2} J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) + \frac{\nu}{r_2} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_2} J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) \right) + \frac{\nu}{r_2^2} \frac{\omega}{a} \cdot J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) \right] +\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + B_2 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_2^2} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_2} I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \frac{\nu}{r_2} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_2} I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right) + \frac{\nu}{r_2^2} \frac{\omega}{a} \cdot I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right] = \\
 & = \lambda \left(A_2 I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + B_2 I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right) \\
 & A_1 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right] + \\
 & + B_1 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right] = 0 \\
 & A_2 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right] + \\
 & + B_2 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right] = 0 \quad (5)
 \end{aligned}$$

Система уравнений (5) однородна относительно величин A_1, B_1, A_2, B_2 и следовательно условием нетривиального решения будет, следующим образом

$$\begin{vmatrix} \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) & \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \\ \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) & \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \end{vmatrix} = 0$$

(6)

получим из (6)

$$\begin{aligned}
 & \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] \cdot \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \cdot \left(J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) + \\
 & + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] \cdot \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot \left(J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) + \\
 & + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \cdot \left(J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) + \\
 & \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot \left(J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) = 0
 \end{aligned}$$

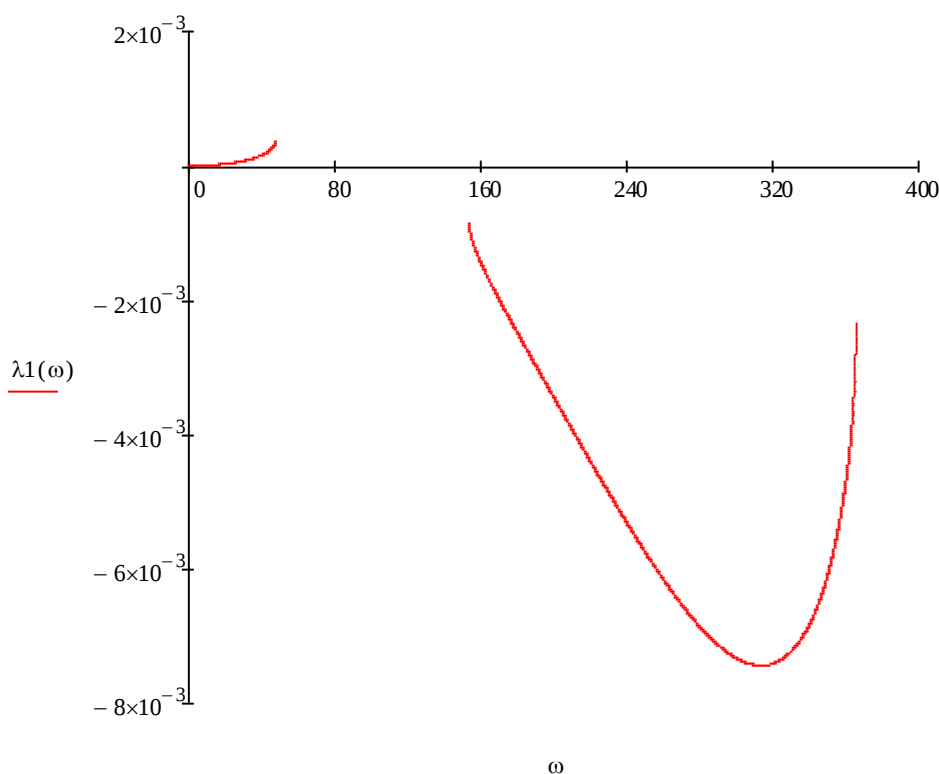
считаем что, $r_1 = 2r_2$

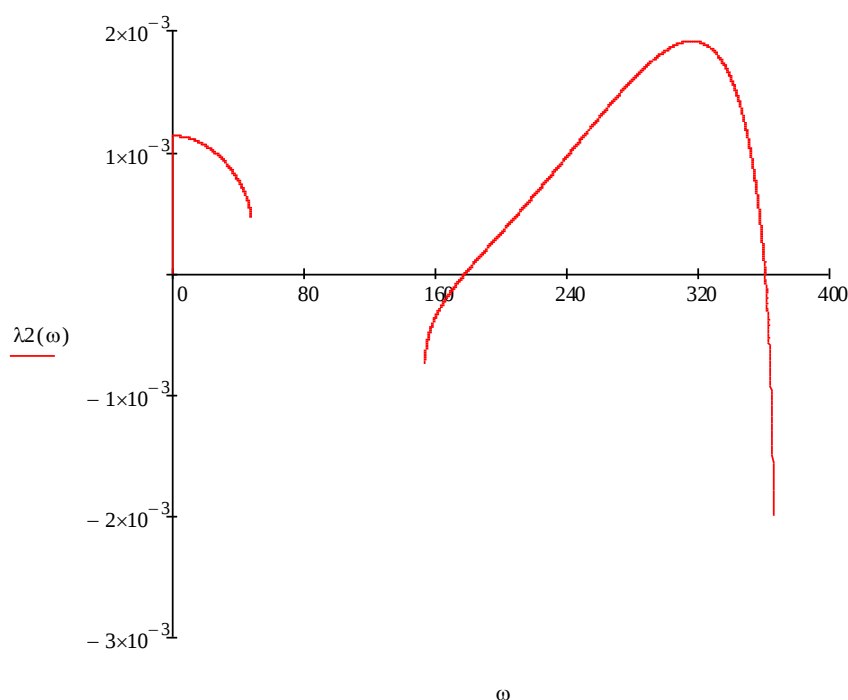
$$\begin{aligned}
 & \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) \cdot \lambda^2 - \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \left(J_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \frac{3}{2} \cdot \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2^2} \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) \cdot \lambda + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \cdot \left(J_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2} \cdot \left(J_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{2a^2 r_2} \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \frac{(1 - \nu)^2 \cdot \omega^4}{2a^4 r_2^2} \times \\
 & \times \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) = 0 \quad (7)
 \end{aligned}$$

Из (7) имеем

$$\begin{aligned}
 K(\omega) &= \left(J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 M(\omega) &= \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4ar_2^2} \right] \times \left(J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) \\
 &+ \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{ar_2^2} \right] \times \frac{3}{2} \cdot \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2^2} \left(J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) \\
 N(\omega) &= \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4ar_2^2} \right] \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{ar_2^2} \right] \cdot \left(J_1\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_1\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 &+ \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4ar_2^2} \right] \times \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2} \cdot \left(J_1\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 &+ \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{2a^2 r_2} \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{ar_2^2} \right] \times \left(J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 &+ \frac{(1 - \nu)^2 \cdot \omega^4}{2a^4 r_2^2} \times \left(J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 K(\omega) \cdot \lambda^2 - M(\omega) \cdot \lambda + N(\omega) &= 0 \\
 \lambda(\omega) &= \frac{M(\omega) \pm \sqrt{(M(\omega))^2 - 4 \cdot K(\omega) \cdot N(\omega)}}{2 \cdot K(\omega)}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

$$a = 1400 \quad \nu = 0.3 \quad \omega = 0, 0.1, \dots, 100 \quad r_2 = 5$$





Выводы.

Решение обратной задачи позволяет строить спектр частот графики, что упрощает исследование, в том числе определение частоты.

Зная собственных частоты колебаний системы, можно предотвратить резонансное событие.

Учёт изученных явлений представляет интерес для применения на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mouritz A.P., Gellert E., Burchill P., Challis K. Review of advanced composite structures for naval ships and submarines. *Composite Structures*, 2001, vol. 53, no. 1, pp. 21-42. DOI: 10.1016/S0263-8223(00)00175-6.
2. Bannister M. Challenger for composites into the next millennium – a reinforcement perspective. *Compo- sites: Part A*, 2001, vol. 32, no. 7, pp. 901-910. DOI: 10.1016/S1359-835X (01) 00008-2.
3. Panin V.F., Gladkov Iu.A. *Konstruktsii s zapolnitelem* [Constructions with filler]. Moscow, Mashinostroyeniye, 1991, 272 p.
4. Rezaeifard M., Salami S.J., Dehkordi M.B., Sadighi M. A new nonlinear model for studying a sandwich panel with thin composite faces and elastic-plastic core. *Thin-Walled Structures*, 2016, vol. 107, pp. 119-137. DOI: 10.1016/j.tws.2016.06.012.
5. Kazancı Z. Dynamic response of composite sandwich plates subjected to time-dependent pressure pulses. *Int. J. of Non-Linear Mechanics*, 2011, vol. 46, pp. 807-817. DOI:10.1016/j.ijnonlinmec.2011.03.011.
6. Xu A., Vodenitcharova T., Kabir K., Flores-Johnson E.A., Hoffman M. Finite element analysis of indentation of aluminium foam and sandwich panels with aluminium foam cor. *Materials Science and*

Engineering: A, 2014, vol. 599, no. 2, pp. 125-133. DOI: 10.1016/j.msea.2014.01.080.

8. Романова Т.П. Моделирование динамического изгиба жесткопластической армированной слоистой криволинейной пластины с закрепленным круглым отверстием при взрывных нагрузках // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика*. – 2017. – № 3. – С. 167–187. DOI: 10.15593/perm.mech/2017.3.10
9. Kurktchiev R., Vaisilov I. Vibration of circular plates on elastic foundation with in-plane loading // *J. of Theor. and Appl. Mech. Sofia*. 1994-95. V. XXV. № 1–2. P. 27–33.
10. Wang Jt. Free vibration of stepped circular plates on elastic foundations // *J. of Sound and Vibration*. 1992.V. 159. № 1. P. 175–181.
11. А.М. Доронин, В.А. Соболева Собственные колебания круглой пластинки, лежащей на переменном упругом основании типа Винклера. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского*, 2014, №4(3). с.254-258.
12. Агаларов Дж.Г., Мамедова Г.А. Колебания пластины, шарнирно закреплённой и упруго подвешенной на Винклеровым основанием *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 2018 *Научный журнал* | ISSN 1996-3955 | ПИ №77-607359, Москва ,с.48-53
13. Witt M. Roz wiazanie ptyty spoczywajacej na podtozu spezystym o zmiennym wspotczynniku podatnosci metoda elementow skonczonych // *Pr. nauk. Inst. inz. Lad. Pwr*. 1974. № 13. P. 143–149.
14. Mofid M., Noroozi M. A plate on Vinkler foundation with variable coefficient // *Transaction A: Civil Engineering*. 2009. V. 16. № 3. P. 249–255.

15. Плескачевский Ю.М., Кубенко В.Д., Старовойтов Э.И., Леоненко Д.В. Колебания круговой металлополимерной пластины, связанной с упругим основанием, при тепловом ударе. ISSN

1995-0470. Механика машин, механизмов и материалов, №4(9), 2009, стр.50-54

16. Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. М.: Машиностроение, 1970.

УДК 004.891.3

ГРНТИ 28.23.39

Abdullaeva G.G.

Docent, PhD in Mathematics

Institute of Management Systems

of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

Mirzazade I.Kh.

Docent, PhD in Physics and Mathematics

Institute of Mathematics and Mechanics

of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

Naghizade H.R.

Institute of Mathematics and Mechanics

of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROBLEMS OF DIAGNOSTICS OF ACUTE POISONINGS (USING AN EXAMPLE OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CARBON MONOXIDE POISONINGS)

Abstract. Differential diagnosis during acute poisonings with chemical substances was and remains one of topical problems of toxicology. This paper treats chemical substances for which time is the predominant factor of consequence prevention, especially in cases of rendering the first prehospital aid. The training of quick actions in medical personnel brought to automatism is topical just in these cases of urgent therapy. Let us note that such chemical substances as carbon monoxide, cyanide, tranquilizers, antihistaminic substances and salicylates manifest themselves through identical symptoms in prehospital practice.

The aim of this research is the development of a system of differential diagnosis and decision making for poisonings with similar substances, i.e. rendering the urgent aid. The problem becomes complicated in those cases when diagnosis is made on the basis of clinical manifestations on the site of occurrence, especially if a patient is in a comatose state.

As material to be researched are taken data accumulated throughout 2006-2018 which are presented by the Central Ambulance and Emergency Station of Baku city. Currently knowledge-based information technologies can become the most important consultant tool for rendering the first aid and resolving diagnosis problems.

Keywords: carbon monoxide, differential diagnosis, neuronal network, antidote therapy, first prehospital aid.

1. Introduction. Problems of diagnostics in medicine can be correlated to the class of weakly structured and poorly formalized tasks, that is, tasks whose solution lies in the plane of the theory of artificial intelligence, where knowledge is actively used along with digital and tabular data. In this aspect, it is required to clarify what is meant by the term "knowledge". In the theory of artificial intelligence, knowledge is, above all, information. It describes properties, and relationships of the studied processes in the subjective (man) and objective (science) expressions. The foundation of artificial intelligence systems is knowledge, on the basis of which data are processed and decisions are made through a logical inference machine. To represent knowledge, first of all, concept of internal interpretation, the definition of external and internal structure of data connections, etc. are necessary. Based on the concept, knowledge can be presented formally (on the basis of propositional calculus and predicate calculus), in formally (semantic, relational), which include production models, semantic networks, frames. There is also the third type of representation, the so-called integrated, which

combines various types of knowledge representation. In case of deterministic knowledge, the above models are quite successfully used in diagnostics problems. But often, especially in pre-hospital practice, we are confronted with non-deterministic information. This situation is usually associated with vagueness, inaccuracy, uncertainty of available information, ambiguous interpretations of phenomenon, unreliability or incompleteness of information. Representation of knowledge can be difficult even in case of non-determinism of the procedures for the derivation of decisions, etc. [1]. In these cases, the methods of representation of fuzzy knowledge are used.

There are a large number of problems in medicine, where artificial intelligence methods are successfully used today. Most of them operate online (of course, here we exclude test programs), which has its undeniable advantages. In our work, we touch upon the area of medical diagnostics in which time is the dominant factor. These include the tasks of toxicology, especially in terms of acute poisoning, for example, poisoning with carbon monoxide, cyanides, ethyl alcohol, etc. Given laboratory tests, the possibilities of