



ДИНАМИЧЕН МОДЕЛ НА ВИБРАЦИОНЕН УПЛЪТНИТЕЛ ОТ ИНЕРЦИОНЕН ТИП С ДВЕ СТЕПЕНИ НА СВОБОДА

Борис Петков
borpet@vtu.bg

**ВТУ „Тодор Каблешков“
гр.София, ул.Гео Милев 158
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** виброуплътняване, динамичен модел, виброуплътнител от инерционен тип*

***Резюме:** Моделът дава възможност да се изследват динамичните характеристики на механичната система за различни: параметри на виброуплътняването, особености на механичната система, свойства на обработваемата среда. Резултатите са от значение при синтезиране на уплътнители от такъв вид и при избор на оптимални параметри за уплътняване за различни обработваеми среди.*

ВЪВЕДЕНИЕ

В строителството, ремонта и поддържането на автомобилни и железни пътища широко се прилага виброуплътняване на насипни материали с цел да се създадат настилки с плътност, създаваща необходимата носимоспособност на пътната конструкция.

Виброуплътняването е динамично въздействие, което чрез редица параметри – честота, амплитуда, натиск от една страна и зърнометричен състав, влажност, форма на частиците от друга, създава определена степен на плътност на насипния материал.

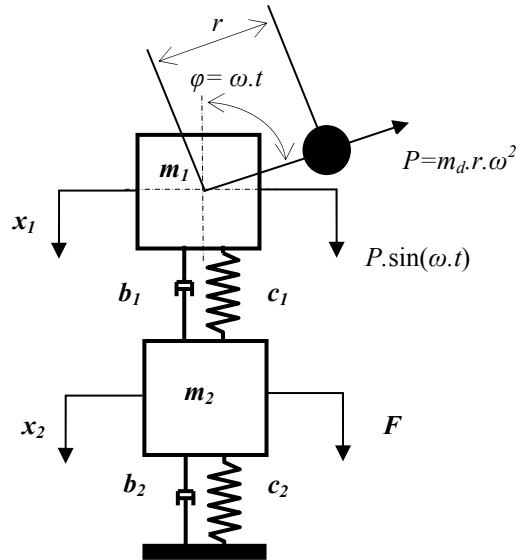
Физическите процеси при виброуплътняването даващи възможност да се определят оптимални параметри на уплътняване са добре изучени [3,4]. В теорията на виброуплътняването съществуват някои методи предлагащи оптимизиране на параметрите на уплътняване, касаещи предимно точно определени процеси, като подбиване на траверсите, динамично стабилизиране и др. Широко се използват зависимости, получени в резултат от доказани в практиката решения на това оптимизиране.

Динамичното моделиране на движението на вибрационна машина от инерционен тип показва влиянието на динамичните свойства на различни насипни материали върху режима на виброуплътняване и съответствието му с оптималните стойности.

Резултатите от изследването на динамичния модел са от значение при синтезиране на уплътнителни машини.

ДИНАМИЧЕН МОДЕЛ

Инерционният виброуплътнител може да се представи като двумасова система (фиг.1) с две степени на свобода извършваща принудени трептения под действието на инерционно смущение [1,5,6]. Параметрите на системата са съсредоточени, приема се, че движението се извършва само по една транслационна координата.



Фиг.1. Динамичен модел на виброуплътнител от инерционен тип

За описване на малките принудени колебания от равновесното положение на механичната система, при наличието на потенциални и дисипативни сили се използват уравненията на Лагранж от II втори род [2]:

$$(1) \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_i} = - \frac{\partial \Pi}{\partial x_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{x}_i} + Q_i, i = 1, 2$$

където: T е кинетичната енергия на системата; Π - потенциалната енергия; Φ - дисипативна енергия; Q_i - обобщени смущаващи сили.

Като се заместят изразите за кинетичната, потенциалната и дисипативната енергии и като се добавят обобщените сили в уравнението (1) на Лагранж от II род и се запишат в матрична форма, системата диференциални уравнения, описващи движението на модела изглежда по следния начин:

$$(2) \quad M \ddot{\mathbf{x}} + B \dot{\mathbf{x}} + C \mathbf{x} = \mathbf{z}$$

където:

$$M \text{ е масовата матрица: } (M) = \begin{pmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{pmatrix};$$

$$B \text{ – демпфериращата матрица: } (B) = \begin{pmatrix} b_1 + b_2 & -b_2 \\ -b_2 & b_2 \end{pmatrix};$$

$$C \text{ – матрица на еластичността: } (C) = \begin{pmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 \\ -c_2 & c_2 \end{pmatrix};$$

$\ddot{\mathbf{x}}, \dot{\mathbf{x}}, \mathbf{x}$ - вектори, съответно на обобщените ускорения, скорости и координати;

$$\mathbf{z} \text{ - вектор на обобщените сили: } \mathbf{z} = \begin{bmatrix} P \sin \omega t \\ F \end{bmatrix};$$

m_1, m_2 - масите, съответно на вибратора, включваща и масата m_d на дебалансиращия елемент и масата на уплътнителя;

c_1, c_2 - коефициенти на еластичност, съответно на окачването между вибратора и уплътнителя и на насипния материал;

b_1, b_2 - коефициенти на демпфериране, съответно на окачването между вибратора и уплътнителя и на насипния материал;

P - инерционна сила, появяваща се от въртенето на дебалансиращия елемент с големина на дебаланса - r ;

ω - ъглова скорост при въртенето на дебалансиращия елемент;

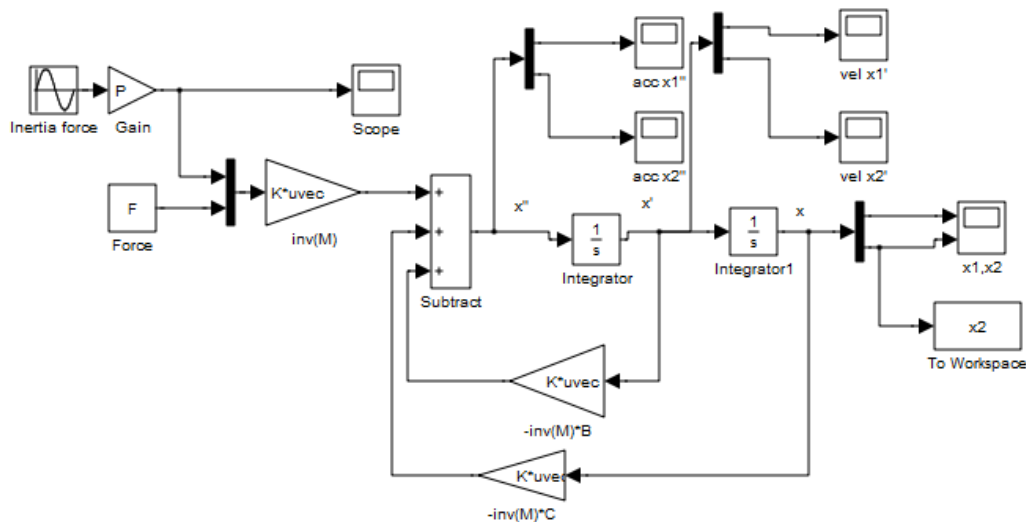
F - статична сила, създаваща натиск върху насипния материал.

ЧИСЛЕНО ИНТЕГРИРАНЕ

Численото интегриране се провежда в среда на SIMULINK. Системата диференциални уравнения (2) се представя в следния вид:

$$(3) \quad \ddot{\vec{x}} = [-M^{-1}.C \quad -M^{-1}.B] \times \begin{bmatrix} \vec{x} \\ \dot{\vec{x}} \end{bmatrix} + M^{-1}.\vec{z}$$

На основата на уравнение (3) се съставя симулационен модел (фиг.2), чрез който се извежда, в графичен вид, решението на системата.



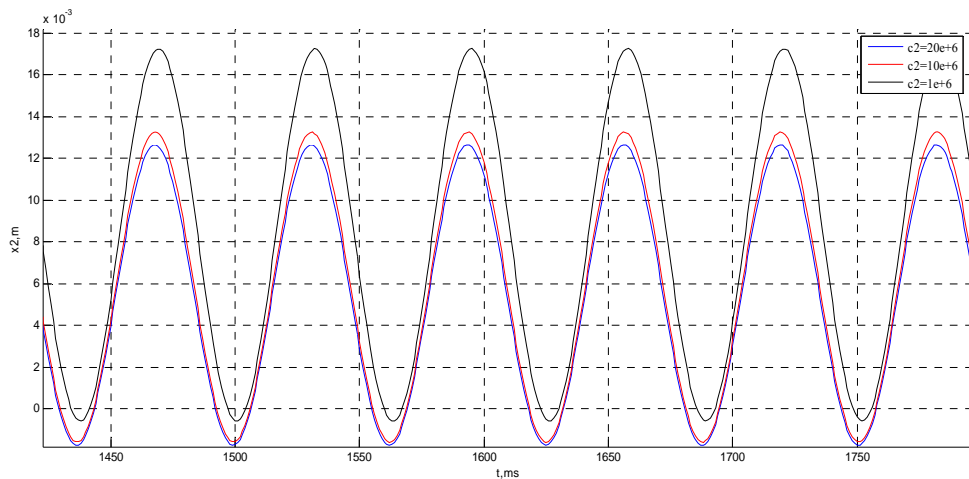
Фиг.2. Симулационен модел за числено интегриране на системата диференциални уравнения, описващи динамичния модел на инерционен виброуплътнител

РЕЗУЛТАТИ

Изследвано е изменението на амплитудата на уплътнителя, като кинематично несвързан параметър, който силно се влияе от промяна на останалите параметри на машината.

1. Влияние на коефициентът на еластичност на насипния материал върху амплитудата

Проведени са симулации за три стойности на коефициента на еластичност на насипния материал c_2 . Резултатите са показани на фиг.3:

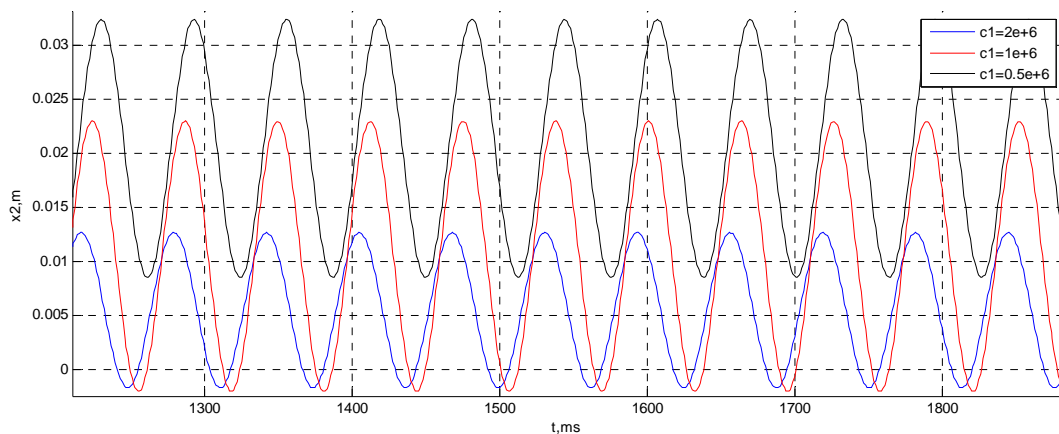


Фиг.3. Законът за движение на уплътнителя за три стойности на коефициента на еластичност на насипния материал

Графиките на фиг.3 показват непропорционално намаляване на амплитудата при увеличаване на коефициента на еластичност на насипния материал.

2.Влияние на коефициентът на еластичност на окачването между вибратора и уплътнителя върху амплитудата

Резултатите от проведените симулации за три стойности на коефициента c_1 са показани на фиг.4:

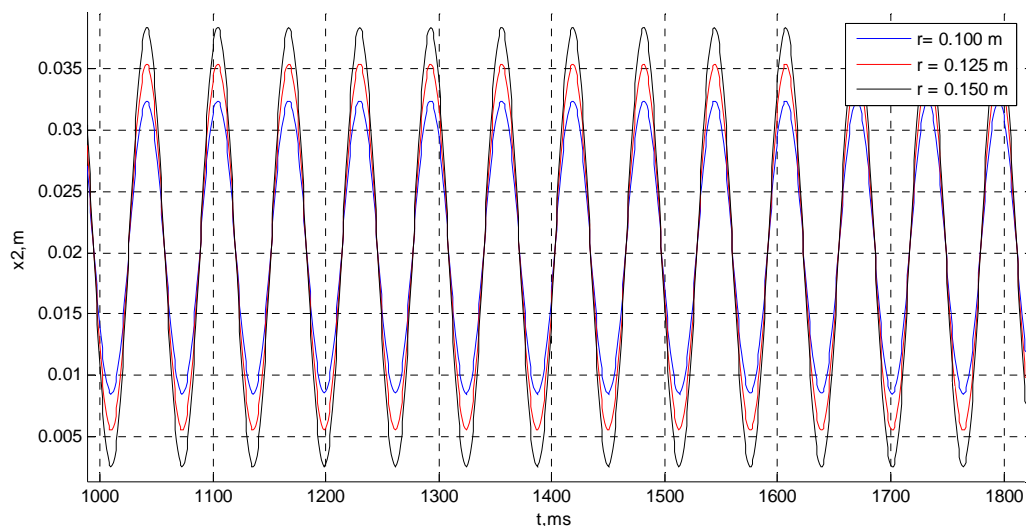


Фиг.4. Закон за движение на уплътнителя за три стойности на коефициента на еластичност на окачването

Вижда се намаляване на амплитудата при увеличаване на коефициента на еластичност.

3.Влияние на големината на дебаланса върху амплитудата

Проведени са симулации за три стойности r на дебаланса. Резултатите са показани на фиг.5:

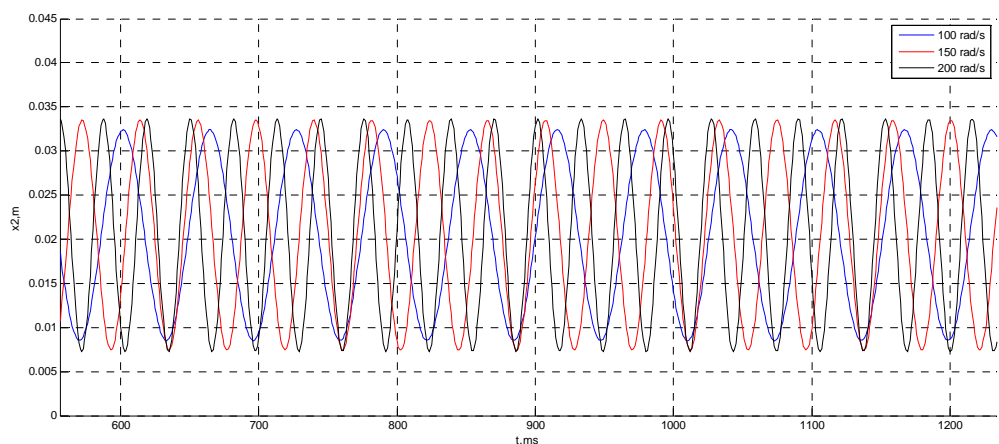


Фиг.5. Законът за движение на уплътнителя за три стойности на дебаланса

Амплитудата расте пропорционално на увеличаването на големината на дебаланса.

4. Влияние на ъгловата скорост на вибратора върху амплитудата

Резултатите от проведените симулации за три стойности на ъгловата скорост са показани на фиг.6:



Фиг.6. Законът за движение на уплътнителя при три стойности на ъгловата скорост

Наблюдава се незначителна промяна амплитудата от изменението на ъгловата скорост на вибратора.

ИЗВОДИ

Представеният динамичен модел дава възможност за установяване на зависимостите между параметрите на инерционния виброуплътнител. При познаване на динамичните свойства на машината и на обработваемата среда може да се съди за способността на уплътнителя да работи с оптимални параметри. Симулационният модел дава възможност за намиране на компенсационни решения при синтеза на машината с оглед реализирането на оптимален режим на виброуплътняване.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Иванов А.И. - Моделиране на динамични задачи с MATLAB, "АРТЕ НОВО", София, 2001 г.
- [2] Писарев А. и др., - Курс по теоретична механика 2 част (Динамика), „Техника”, София, 1975 г.
- [3] Сырещиков Ю. и др. – Новые путевые машины, „Транспорт”, Москва, 1984 г.
- [4] Сырещиков Ю.П. - О закономерностях вибрационного уплотнения несвязаного материала, ЦНИИ МПС, № 3, 1976 г.
- [5] Цуцекон Е.А. и др. - Методика за синтез на двумасови вибрационни машини, Годишник на МГУ "Св.И.Рилски", том 48, 2005 г.
- [6] Мрянков И. - Изследване на параметрите на вибровъзбудителната система на вибрационна мелница”, Механика Транспорт Комуникации, брой3, 2009.

DYNAMIC MODEL OF VIBROCOMPACTOR WITH TWO DEGREES OF FREEDOM

Boris Petkov

*Todor Kableshkov University of Transport, 158 Geo Milev Steet., Sofia 1574,
BULGARIA*

Key words: *vibrocompaction, dynamic model, vibrocompactor*

Abstract: *The dynamic model of vibrocompactor enables studying dynamics properties of mechanism as function of characteristics of gravel or different ballast materials. The results are important when such machines will be desing and when are studying if the machine works with optimum parameters.*