Список літератури

1. Крайник Л.В., Волошанський А.В. Формування і структура армійського автопарку // "Автотехніка. Автобуси. Вантажівки". – Львів, 2005р. – №2. – С. 33-39.

Надійшла до редакції 27.10.2010 р.

Рецензент: доктор технічних наук, професор Г.С. Гудз, Національний університет „Львівська політехніка", Львів.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТИПАЖА АВТОТЕХНИКИ ДЛЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Л.В. Крайнык, А,В, Волошанский

В статье рассмотрено существующий типаж автомобильной техники ВС Украины и предложено новый, унифицированный модельный ряд военных автомобилей, которые отвечают современным требованиям.

Ключевые слова: *типаж, полноприводные грузовые автомобили, технические характеристики.*

PERSPECTIVE MODEL OF MOTOR-VEHICLE FORMING FOR ARMED FORCES OF UKRAINE IN MODERN CONDITIONS

L. Kraynyk, A. Voloshanskyy

In the article the existent model of motor-car materiel of Ukrainian Armed Forces is considered and the new, compatible model row of military vehicles, which meetr modern requirements is offered.

Keywords: *model, full drives trucks, technical descriptions.*

УДК 534.111

М.Б. Сокіл[1], О.І. Хитряк[2]

[1] *Національний університет "Львівська політехніка", Львів*
[2] *Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів*

ХВИЛЬОВА ТЕОРІЯ РУХУ В ДОСЛІДЖЕННІ КОЛИВАНЬ ГНУЧКИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИВОДУ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ПОЗДОВЖНЬОГО РУХУ

Запропоновано методику дослідження динамічних процесів у двовимірних системах (гнучких елементах систем приводу та транспортування), які характеризуються сталою складовою швидкості поздовжнього руху . В її основу покладено хвильову теорію руху. Отримано співвідношення, які визначають основні характеристики хвиль. Вони можуть бути базою проектно-конструкторських розрахунків елементів машин неперервної дії, які широко використовуються у технологічних процесах оброблювальної промисловості, в т.ч. військового виробництва.

Ключові слова: *нелінійні коливання, амплітуда, частота, асимптотичний метод.*

Актуальність і огляд основних результатів

Хвильова теорія руху [1,2] набула в останні десятиліття нового імпульсу розвитку [3-5]. На її основі вдається дослідити динамічні процеси у багатьох системах, математичні моделі руху яких не дають змоги застосувати класичний метод відокремлення змінних [6]. Останнє в першу чергу відноситься для динамічних систем, які характеризуються сталою складовою швидкості поздовжнього руху. Незважаючи на вказане, у [7-8] показано, що процес у таких одновимірних обмеженої довжини системах можна трактувати як накладання прямої і відбитої хвиль, більше того, отримано: а) залежності для визначення довжин та частоти вказаних хвиль; б) значення швидкості поздовжнього руху, за якої проходить зрив коливань. Поєднання концепції хвильової теорії руху із асимптотичними методами нелінійної механіки [9] дозволило: а) побудувати [10] відповідні наближення і для слабонелінійних

(квазілінійних) математичних моделей руху вказаних систем, тобто визначити вплив нелінійних та періодичних сил на динаміку процесу; б) розглянути такі важливі для практичних задач питання, як резонанс; в) встановити залежність резонансного значення амплітуд нелінійних коливань від всієї низки сил та параметрів системи.

Метою даної роботи є поширити основну ідею роботи [8] на складніші системи — двовимірні, які характеризуються сталою швидкістю поздовжнього руху. До них в першу чергу відносяться стрічки конвеєрних ліній, приводів, транспортерів і мають широке застосування у технологічних процесах оборонної промисловості.

Постановка задачі і методика її розв'язування

Найпростішою математичною моделлю коливань вказаної вище низки двовимірних тіл згинною жорсткістю яких можна знехтувати і які характеризуються сталою швидкості поздовжнього руху, є диференціальне рівняння

$$u_{tt} + 2Vu_{xt} - \left(\alpha^2 - V^2\right)u_{xx} - \gamma^2 u_{yy} = 0 . \quad (1)$$

В (1) *α, γ* - деякі сталі, *u(t, x, y)* - шукана функція, яка описує відхилення від зрівноваженого положення досліджуваного об'єкта в довільний момент часу *t, x, y*- Ейлерові координати рухомого об'єкта, *V* - його швидкість поздовжнього руху. Виходячи із умов експлуатації реальних об'єктів, для рівняння (1) будемо розглядати крайові умови вигляду

$$u(t,x,y)_{|x=0} = u(t,x,y)_{|x=l} = 0 , \quad (2)$$

які узгоджуються з умовами безвідривності стрічки від приводного і веденого барабанів. Легко переконатись, що навіть така відносно спрощена математична модель динамічного процесу для свого вивчення не дає змоги безпосередньо застосувати такі класичні методи побудови рівнянь з частинними похідними, як Фур'є і Д'Аламбера. Попри вказане, покажемо, що розв'язок крайової задачі (1), (2) має хвильовий характер. Дійсно, розвиваючи основну ідею концепції хвильової теорії руху для динамічних систем, які характеризуються сталою складовою швидкості поздовжнього руху, розв'язок рівняння (1) за крайових умов (2) будемо шукати у вигляді

$$\begin{aligned} u(t,x,y) &= a\cos\left(\kappa x + \delta y + \omega t + \varphi\right) + \\ &+ b\cos\left(\chi x - \delta y - \omega t + \psi\right) \end{aligned} , \quad (3)$$

де ω – частота, *a, b* - амплітуди прямої і відбитої хвиль, κ, χ - їх хвильові числа, δ - хвильове число поперечної складової хвилі, *φ, ψ* - початкові фази хвиль.

Примітки:

1.Співвідношення (1) описує одночастотний процес досліджуваного об'єкта.

2. Враховуючи лінійність постановки задачі, багаточастотний процес можна трактувати як накладання хвиль вказаного вигляду різних частот та довжин.

Для зв'язку між частотою і хвильовими числами із рівняння (1) отримуємо дисперсійні співвідношення

$$\omega^2 + 2V\omega\kappa - \left(\alpha^2 - V^2\right)\kappa^2 - \gamma^2\delta^2 = 0 ,$$

$$\omega^2 - 2V\omega\chi - \left(\alpha^2 - V^2\right)\chi^2 - \gamma^2\delta^2 = 0 . \quad (4)$$

Крім цього хвильове представлення розв'язку (3) буде задовольняти крайову умову $u(t,x,y)_{|x=0} = 0$, якщо має місце зв'язок між амплітудами та початковими фазами хвиль вигляду: $a = b$, $\varphi = -\psi$. Це можна також обгрунтувати тим, що розглядувана система консервативна (до неї не надходить зовнішня енергія і дисипативні сили відсутні). З урахуванням наведеного, із другої крайової умови, тобто $u(t,x,y)_{|x=l} = 0$, отримуємо

$$\cos\left(\kappa l + \delta y + \omega t + \varphi\right) - \cos\left(\chi l - \delta y - \omega t - \varphi\right) = 0 . \quad (5)$$

Наведена вище залежність буде виконуватись для довільного моменту часу t, якщо хвильові числа κ, χ, δ і довжина стрічки l зв'язані тотожностями

$$\cos\left(\kappa l + \delta y\right) - \cos\left(\chi l - \delta y\right) \equiv 0 ,$$

$$\sin\left(\kappa l + \delta y\right) + \sin\left(\chi l - \delta y\right) \equiv 0 . \quad (6)$$

Тотожності (6) визначають зв'язок між хвильовими числами прямої та відбитої хвиль κ, χ у вигляді

$$\kappa + \chi = \frac{2k\pi}{l}, k = 1,2,\ldots . \quad (7)$$

Дисперсійні співвідношення (4) разом із залежністю (7) визначають основні параметри хвиль у вигляді

$$\kappa = \frac{k\pi}{l}\left(1 + \frac{V}{\alpha}\sqrt{1 + \frac{\delta^2\gamma^2 l^2}{\left(\alpha^2 - V^2\right)k^2\pi^2}}\right),$$

$$\chi = \frac{k\pi}{l}\left(1 - \frac{V}{\alpha}\sqrt{1 + \frac{\delta^2\gamma^2 l^2}{\left(\alpha^2 - V^2\right)k^2\pi^2}}\right),$$

$$\omega = \frac{k\pi}{l}\left(\frac{\alpha^2 - V^2}{\alpha}\sqrt{1 + \frac{\delta^2\gamma^2 l^2}{\left(\alpha^2 - V^2\right)k^2\pi^2}}\right). \quad (8)$$

У наведених вище залежностях залишився невизначеним параметр δ - хвильове число поперечної хвилі. Його можна знайти із додаткових умов. Зокрема, якщо припустити, що в поперек стрічки поміщається ціле число півхвиль, то він приймає значення $\delta = \frac{m\pi}{b}$ (b - ширина стрічки, $m=1,2,\ldots$). Таким чином, за вказаного припущення динамічний процес у стрічці описується залежністю

$$u(t,x,y) = a\left[\cos\left(\frac{k\pi}{l}\left(1+\frac{V}{\alpha}\Delta\right)x - \frac{m\pi}{b}y + \frac{k\pi}{l}\frac{\alpha^2 - V^2}{\alpha}\Delta t + \varphi\right) - \right.$$

де

$$\left. - \cos\left(\frac{k\pi}{l}\left(1-\frac{V}{\alpha}\Delta\right)x + \frac{m\pi}{b}y + \frac{k\pi}{l}\frac{\alpha^2 - V^2}{\alpha}\Delta t + \varphi\right)\right]$$

$$\Delta = \sqrt{1 + \frac{\gamma^2 l^2 m^2}{\left(\alpha^2 - V^2\right)k^2 b^2}}\ .$$

Достовірність отриманих характеристик динамічного процесу легко перевірити граничним переходом $V \to 0$, із якого випливають відомі класичні результати, що стосуються коливань стрічки із закріпленими кінцями.

Нижче на рис. 1-2 представлено залежність хвильових чисел κ, χ від швидкості V та параметра α, а на рис. 3-4 - частоти ω від швидкості V та параметрів α чи γ.

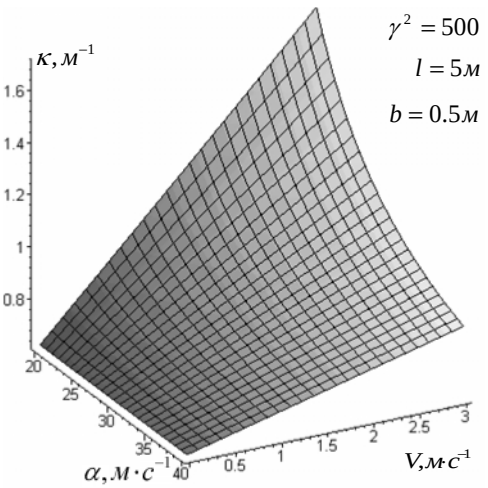

Рис. 1. **Залежність хвильового числа κ від швидкості V та параметра α**

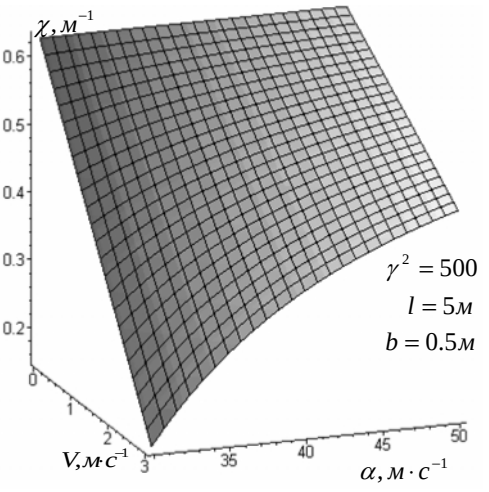

Рис. 2. **Залежність хвильового числа хвильового χ від швидкості V та параметра α**

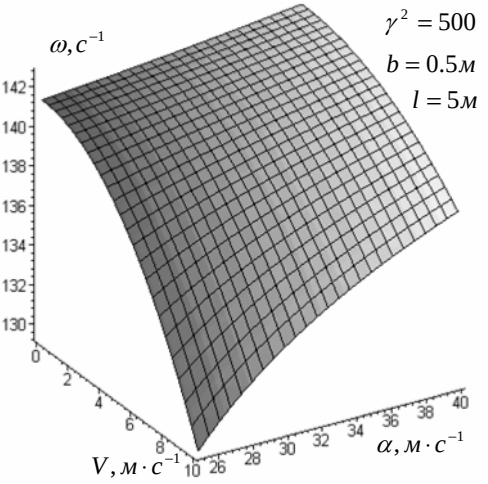

Рис. 3. **Залежність частоти власних коливань ω від швидкості V та параметра α**

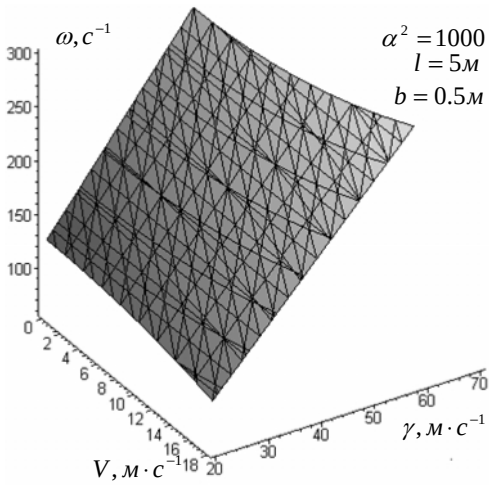

Рис. 4. **Залежність частоти власних коливань ω від швидкості V та параметра γ**

Висновки

Отримані розрахункові формули та представлені графічні залежності показують: а) для більших значень швидкості поздовжнього руху довжини прямих хвиль більші, а відбитих – менші; б) на частоту власних коливань двовимірних гнучких елементів систем приводу впливають як геометричні і фізико-механічні параметри, так і швидкість поздовжнього руху, причому для більших значень швидкості частота власних коливань є меншою. Останнє особливо актуальне при вивченні вимушених коливань; в) якщо швидкість поздовжнього руху рівна за величиною α, то у гнучкому тілі проходить зрив коливань.

Список літератури

1. *Додд Р., Ейблек Дж., Гиббон Дж., Моррис Х. Солитоны и нелинейные волновые уравнения.- М.: Мир, 1988.- 694 с.*
2. *Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны.- М.: Мир, 1977.- 622 с.*
3. *Митропольский Ю. А. О построении асимптотического решения возмущенного уравнения Клейна - Гордона // Укр. мат. журн.- 1995.- 47, №9.- С. 1209 - 1216.*
4. *Митропольский Ю. А. О построении асимптотического решения возмущенного уравнения Брезертона // Укр. мат. журн.- 1998.- 59, №1.- С. 58 - 71.*
5. *Митропольский Ю. А., Лимарченко О.С. К вопросу об асимптотических приближениях для медленных волновых процессов в нелинейных диспергирующих средах // Укр. мат. журн.- 1998.- 59, №3.- С. 357 - 371.*
6. *Кошляков Н. С., Глинер Э. Б., Смирнов М. М. Уравнения в частных производных математической физики.- М.:Высшая школа, 1970.-710 с.*
7. *Мартинців М. П., Сокіл М. Б. Одне узагальнення методу Д'Аламбера для систем, які характеризуються поздовжнім рухом // Збірник науково-технічних праць УДЛТУ.- Львів.- 2003.- Вип.13.4.- С. 64-67.*
8. *Мартинців М. П., Сокіл Б. І., Сокіл М. Б. Хвильові процеси в однорідних нелінійно-пружних системах і методи їх дослідження // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість.- Львів: УДЛТУ.- 2003.- Вип. 28.- С.81-89.*
9. *Митропольский Ю. А., Мосеенков Б. И. Асимптотические решения уравнений в частных производных.- К.: Вища школа. - 1976.- 592 с.*
10. *Харченко Є. В., Сокіл М .Б. Вплив періодичного збурення на багаточастотні коливання одновимірних нелінійно пружних середовищ, які характеризуються поздовжнім рухом // Динаміка, міцність та проектування машин і приладів.- Вісник Національного університету "Львівська політехніка".- Львів.- 2007.- №588. - С.81-89.*

Надійшла до редакції 28.10.2010 р.

Рецензент: доктор технічних наук, професор Є. Ю. Форнальчик, Національний університет „Львівська політехніка", Львів.

ВОЛНОВАЯ ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ КОЛЕБАНИЙ ГИБКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА И ТРАНСПОРТИРОВКИ С УЧЕТОМ ИХ ПРОДОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

М.Б. Сокил, О.И. Хытряк

Предложена методика исследования динамических процессов в двумерных системах (гибких элементах систем привода и транспортировки), которые характеризуются постоянной составляющей скорости продольного движения. В ее основу положена волновая теория движения. Получены соотношения, которые определяют основные характеристики волн. Они могут быть базой проектно-конструкторских расчетов элементов машин непрерывного действия, которые широко используются в технологических процессах обрабатывающей промышленности в т.ч. военного производства.

Ключевые слова: *нелинейные колебания, амплитуда, частота, асимптотический метод.*

WAVE THEORY OF MOTION IN THE INVESTIGATION OF VIBRATION OF FLEXIBLE ELEMENTS DRIVEGEAR AND TRANSPORT IN VIEW OF LONGITUDINAL MOTION

M.B. Sokil, O.I. Khytriak

A method of investigation of dynamic processes in the two-dimensional systems (flexible cell drive systems, and transportation), which are characterized by a constant component of the velocity of longitudinal motion is developed. It is based on the wave theory of movement. The relations that define the basic characteristics of waves are obtained. They can be the basis of design calculations of the elements of continuous machines, which are widely used in technological processes of manufacturing industries including military production.

Keywords: *nonlinear oscillation, amplitude, frequency, asymptotic method.*