



НАУЧНАЯ АРТЕЛЬ
АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО



ISSN (p) 2411-7161

ISSN (e) 2712-9500

№ 6/2024

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«IN SITU»

Москва
2024

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «IN SITU»

Учредитель:
Общество с ограниченной ответственностью «Издательство
«Научная артель»

ISSN (p) 2411-7161
ISSN (e) 2712-9500

Периодичность: 1 раз в месяц

Журнал размещается в Научной электронной библиотеке
elibrary.ru по договору №511-08/2015 от 06.08.2015

Журнал размещен в международном каталоге
периодических изданий Ulrich's Periodicals Directory.

Верстка: Мартиросян О.В.
Редактор/корректор: Мартиросян Г.В.

Учредитель, издатель и редакция
научного журнала «IN SITU»
Академическое издательство «Научная артель»:
+7 (495) 514 80 82
<https://sciartel.ru>
info@sciartel.ru
450057, ул. Салавата 15

Подписано в печать 27.06.2024 г.
Формат 60x90/8
Усл. печ. л. 14.10
Тираж 500.

Отпечатано
в редакционно-издательском отделе академического издательства
«Научная артель»
<https://sciartel.ru>
info@sciartel.ru
+7 (495) 514 80 82

Цена свободная. Распространяется по подписке.

Все статьи проходят экспертную проверку. Точка зрения редакции не
всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за
сам факт их публикации. Редакция не несет ответственности перед
авторами и/или третьими лицами за возможный ущерб, вызванный
публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов, опубликованных в
научном журнале, ссылка на журнал обязательна

Главный редактор:

Сукиасян Асатур Альбертович, к.э.н.

Редакционный совет:

Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.
Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с.-х.н.
Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.
Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.
Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.
Ашрапов Баходурджон Пулотович, к.фил.н.
Бабаян Анжела Владиславовна, д.пед.н.
Баишева Зиля Вагизовна, д.фил.н.
Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.
Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD
Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.
Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН
Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.
Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.
Габрус Андрей Александрович, к.э.н.
Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.
Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.
Гимранова Гузель Хамидуллоевна, к.э.н.
Григорьев Михаил Федосеевич, к.с.-х.н.
Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.
Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.
Датий Алексей Васильевич, д.м.н.
Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.
Дусматов Абдурахим Дусматович, к.т.н.
Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.
Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.
Епхиева Марина Константиновна, к.пед.н., проф. РАЕ
Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.
Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.
Зарипов Хусан Баходирович, PhD
Иванова Нионила Ивановна, д.с.-х.н.
Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.
Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.
Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.
Киракосян Сусана Арсеновна, к.ю.н.
Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.
Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.
Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,
Козлов Юрий Павлович, д.б.н., заслуженный эколог РФ
Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.
Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.
Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.
Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.
Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.
Ларионов Максим Викторович, д.б.н.
Малышкина Елена Владимировна, к.и.н.
Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.
Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.
Мухаммадеева Зинфира Фанисовна, к.соц.н.
Мухамедова Гулчехра Рихсибаевна, к.пед.н.
Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.
Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.
Половения Сергей Иванович, к.т.н.
Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.
Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.
Прошин Иван Александрович, д.т.н.
Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н.
Сафина Зиля Забирова, к.э.н.
Симонович Николай Евгеньевич, д.псих.н., академик РАЕН
Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.
Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.
Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.
Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.
Терзиев Венелин Кръстев, д.э.н., член РАЕ
Умаров Бехзод Тургунпулатович, д.т.н.
Хайров Расим Золимхон углы, к.пед.н.
Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к.т.н.
Хасанов Сайдинаби Сайдивалиевич, д.с.-х.н.
Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.
Чиладзе Георгий Бидзинович, д.э.н., д.ю.н., член РАЕ
Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.
Шкирмонтов Александр Прокопьевич, д.т.н., член-РАЕ
Шляхов Станислав Михайлович, д.физ.-мат.н.
Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.
Юсупов Рахимьян Галимьянович, д.и.н.
Яковичина Татьяна Федоровна, д.т.н.
Янгиров Азат Вазирович, д.э.н.
Яруллин Рауль Рафаэлович, д.э.н., член РАЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Bui Thi Thuy, Tran Thi Tram ESTABLISHING NONLINEAR VIBRATIONAL DIFFERENTIAL EQUATION OF CAR WITH FRACTIONAL DAMPING	6
Thuy B.T. LINEAR VIBRATION OF ZENER SYSTEM USING NEWMARK METHOD	10
Tran Thi Tram DEVELOPING AN OBJECT IDENTIFICATION SYSTEM USING CAMERA FOR THE SYSTEM CLASSIFICATION OF PRODUCTS USING ROBOT	14

МАТЕМАТИКА

Палагутина В.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ ТРАНЗАКЦИЙ	18
---	----

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Annakurbanova G., Arazklychev B., Atamuradov A., Begmuradova B. ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТУРКМЕНИСТАНА	23
---	----

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Бабаев Б., Мередов Я., Оразова Т. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА С ДОБАВЛЕНИЕМ СУШЁНЫХ ФРУКТОВ	27
Бабаназаров Э., Акмухаммедова М., Гарлыева О. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА	30
Бабаназаров Э., Сапаров Д., Айдогдыев Н. СВОЙСТВА И ТИПЫ ПОЧВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	33
Гурбанова С., Аманов Б., Артыкова А. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	36
Тураева О., Акмырадова А., Джумагельдиева Д. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМАЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	39
Шагулыев Э., Яшулыев М., Акмырадова З. РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	42

ИСТОРИЯ

Волков А.С. ИСТОРИЯ КАЗАНИ	46
Гиневский В.В. АТАКА МЕРТВЕЦОВ	49

Bui Thi Thuy, Tran Thi Tram
Hanoi University of Mining and Geology,
Vietnam

ESTABLISHING NONLINEAR VIBRATIONAL DIFFERENTIAL EQUATION OF CAR WITH FRACTIONAL DAMPING

Abstract

Based on the theory of fractional derivative, Newton's second law of motion and some transformation, the present study aims to establish nonlinear vibrational differential equation of car with integer damping. Then, nonlinear vibrational differential equation of car with fractional damping is obtained.

By establishing nonlinear vibrational differential equation of car with fractional derivative, complex structures can be designed logically, technical standard assurance.

Keywords

vibration, nonlinear, car, fractional order, damping.

1. Introduction

Cars are a means of transport that play a very important role in the national economy and are currently widely used in all fields of economy and life. Car vibrations not only affect people (drivers and passengers), transported goods, durability, and safety of movement of cars, but also affect the life of the road. Especially during movement, when the car vibrates, it generates very large dynamic loads that impact the car's chassis system, details, overall structure... affecting the durability and longevity of the car. they. Therefore, studying car vibrations is necessary and useful. One of the important tasks of car's vibration research is to establish and solve differential equations to determine vibration parameters.

The generalization of the concept of derivative $D^\alpha[f(x)]$ to noninteger values of α goes back to the beginning of the theory of differential calculus. In fact, Leibniz, in his correspondence with Bernoulli, L'Hopital and Wallis (1695), had several notes about the calculation of $D^{1/2}[f(x)]$. Nevertheless, the development of the theory of Fractional Calculus is due to the contributions of many mathematicians such as Euler, Liouville, Riemann, and Letnikov [1-3].

In recent years Fractional Calculus has been a fruitful field of research in science and engineering [1-4]. In fact, many scientific areas are currently paying attention to the Fractional Calculus concepts and we can refer its adoption in viscoelasticity and damping, diffusion and wave propagation, electromagnetism, chaos and fractals, heat transfer, biology, electronics, signal processing, robotics, system identification, traffic systems, genetic algorithms, percolation, modeling and identification, telecommunications, chemistry, irreversibility, physics, control systems as well as economy, and finance...

2. Establishing nonlinear vibrational differential equation of car with fractional damping

Linear viscoelasticity is a combination of models: linear elasticity (Figure 1), integer linear viscosity (Figure 2) and fractional linear viscosity (Figure 3). Where σ is the stress, ε is the strain, E is the elastic modulus when tensile or compressive (characterizing the stiffness of the material), η and c are the viscous resistance coefficients, D_t^α which are fractional derivatives with time t .

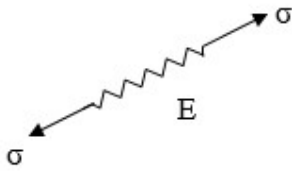


Fig 1 – Linear elasticity model ($\sigma = E.D^0 \varepsilon$)

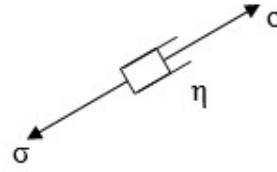


Fig 2 – Integer linear viscosity model ($\sigma = \eta.D^1 \varepsilon$)

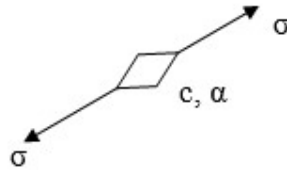


Fig 3 – Fractional linear viscosity model ($\sigma = c.D_t^\alpha \varepsilon$)

2.1. Integer derivative model

Let y and u be the displacements of the object and the wheel. It is assumed that the stiffness of the shaft lining can be represented by a spring equivalent to the stiffness k_3 with the displacement denoted by z .

We have Newton's second law of motion

$$m\ddot{y} = -R(t), \tag{1}$$

Where m is the mass of the object, $y(t)$ is the displacement, and $R(t)$ is the internal force generated inside the viscoelastic object.

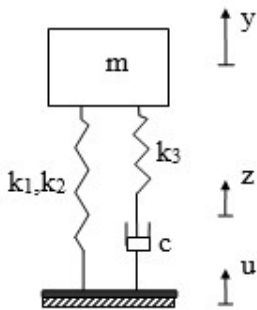


Fig 4 – Integer derivative model

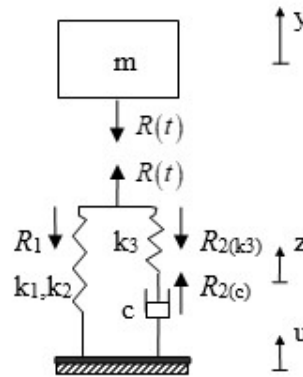


Fig 5 – Force analysis

The force value $R(t)$ is equal to the total value of the force R_1 acting on the spring k_1 and the force R_2 acting on spring k_2 or damping c

$$R(t) = R_1 + R_2, \tag{2}$$

$$R_2 = R_{2(k_3)} = R_{2(c)}, \tag{3}$$

Where

$$R_1 = k_1(y-u) + k_2(y-u)^3, \quad R_{2(k_3)} = k_3(y-z), \quad R_{2(c)} = c(\dot{z} - \dot{u}), \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R(t) &= R_1 + R_2 = R_1 + R_{2(k_3)} \\ &= k_1(y-u) + k_2(y-u)^3 + k_3(y-z), \end{aligned} \quad (5)$$

From equations (3) and (4) we have

$$k_3(y-z) = c(\dot{z} - \dot{u}) \quad (6)$$

Substituting equation (5) into (1) we obtain the motion equation

$$m\ddot{y} = -k_1(y-u) - k_2(y-u)^3 - k_3(y-z), \quad (7)$$

Derive z from above equation

$$z = \frac{m\ddot{y} + k_1(y-u) + k_2(y-u)^3}{k_3} + y, \quad (8)$$

From equations (8) and (6) we get

$$k_3(y-z) = c(\dot{z} - \dot{u})$$

$$\Leftrightarrow -m\ddot{y} - k_1(y-u) - k_2(y-u)^3 = c(\dot{z} - \dot{u})$$

$$\Leftrightarrow -m\ddot{y} - k_1(y-u) - k_2(y-u)^3 = c \left[\frac{m\ddot{y} + (k_1 + k_3)(\dot{y} - \dot{u}) + 3k_2(y-u)^2(\dot{y} - \dot{u})}{k_3} \right]$$

Let $y - u = x$ we have the differential equation of motion

$$\Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k_3}{c}\ddot{x} + \frac{3k_2}{m}x^2\dot{x} + \frac{k_1 + k_3}{m}\dot{x} + \frac{k_1k_3}{mc}x + \frac{k_2k_3}{mc}x^3 = -\left(\ddot{u} + \frac{k_3}{c}\dot{u}\right) \quad (9)$$

2.2. Fractional derivative model

Let y and u be the displacements of the object and the wheel. It is assumed that the stiffness of the shaft lining can be represented by a spring equivalent to stiffness k_3 with the displacement denoted by z .

We have Newton's second law of motion

$$m\ddot{y} = -R(t), \quad (10)$$

Where m is the mass of the object, $y(t)$ is the displacement, and $R(t)$ is the internal force generated inside the viscoelastic object.

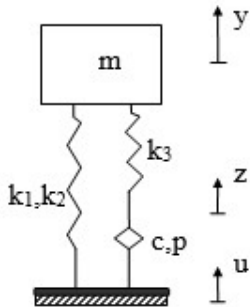


Fig 6 – Fractional derivative model

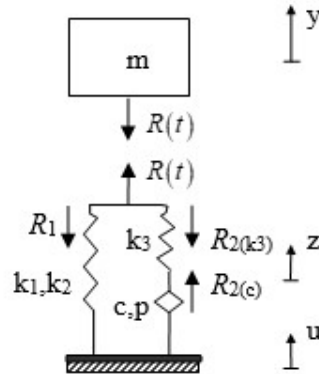


Fig 7 – Force analysis

The force value $R(t)$ is equal to the total value of the force R_1 acting on the spring k_1 and the force R_2 acting on spring k_2 or damping c

$$R(t) = R_1 + R_2, \tag{11}$$

$$R_2 = R_{2(k_3)} = R_{2(c)}, \tag{12}$$

Where

$$R_1 = k_1(y-u) + k_2(y-u)^3, \quad R_{2(k_3)} = k_3(y-z), \quad R_{2(c)} = cD_t^p(z-u), \tag{13}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R(t) &= R_1 + R_2 = R_1 + R_{2(k_3)} \\ &= k_1(y-u) + k_2(y-u)^3 + k_3(y-z), \end{aligned} \tag{14}$$

From equations (12) and (13) we have

$$k_3(y-z) = cD_t^p(z-u) \tag{15}$$

Substituting (14) into (10) we have the motion equation

$$m\ddot{y} = -k_1(y-u) - k_2(y-u)^3 - k_3(y-z), \tag{16}$$

Derive z from above equation

$$z = \frac{m\ddot{y} + k_1(y-u) + k_2(y-u)^3}{k_3} + y, \tag{17}$$

From equations (17) and (15) we get

$$\begin{aligned} k_3(y-z) &= cD_t^p(z-u) \\ \Leftrightarrow -m\ddot{y} - k_1(y-u) - k_2(y-u)^3 &= cD_t^p\left(\frac{m\ddot{y} + k_1(y-u) + k_2(y-u)^3}{k_3} + y\right) - cD_t^p u, \\ \Leftrightarrow D_t^p \ddot{y} + \frac{k_3}{c} \ddot{y} + \frac{k_2}{m} D_t^p (y-u)^3 + \frac{k_1}{m} D_t^p (y-u) + \frac{k_3}{m} D_t^p y + \frac{k_1 k_3}{mc} (y-u) \\ &+ \frac{k_2 k_3}{mc} (y-u)^3 - \frac{k_3}{m} D_t^p u = 0. \end{aligned}$$

Let $y-u = x$ we have the differential equation of motion

$$D_t^p \ddot{x} + \frac{k_3}{c} \ddot{x} + \frac{k_2}{m} D_t^p x^3 + \frac{k_1 + k_3}{m} D_t^p x + \frac{k_1 k_3}{mc} x + \frac{k_2 k_3}{mc} x^3 = -\left(D_t^p \ddot{u} + \frac{k_3}{c} \ddot{u}\right) \tag{18}$$

3. Conclusions

In this paper, we used the force analysis method and Newton's second law to establish the nonlinear vibrational differential equation of a car in the case of integer and fractional damping. In the case of integer damping, the nonlinear vibrational differential equation takes the form of a third-order differential equation. In the case of fractional damping, the nonlinear vibrational differential equation contains fractional derivatives.

The authors will use the definitions and properties of fractional derivatives, through analytical and numerical methods to find solutions of established differential equations in subsequent studies. Thanks to that, it is possible to survey the vibrations of car, contributing to setting directions and measures to improve the quality of produced cars.

References

1. K.B. Oldham and J. Spanier, The Fractional Calculus: Theory and Applications of Differentiation and Integration to Arbitrary Order, vol. 11 of Mathematics in Science and Engineering, Academic Press, New York, NY, USA, 1974.
2. K. S. Miller and B. Ross, An Introduction to the Fractional Calculus and Fractional Differential Equations, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 1993.
3. I. Podlubny, Fractional Differential Equations, vol. 198 of Mathematics in Science and Engineering, Academic Press, San Diego, Calif, USA, 1999.
4. R. Hilfer, Ed., Applications of Fractional Calculus in Physics, World Scientific Publishing, Singapore, 2000.

©Bui Thi Thuy, Tran Thi Tram, 2024