

Development of a design procedure of longitudinal-angular oscillations of vehicles at nonlinear characteristics of the suspension

Maria Sokil¹, Yuriy Chagan²

¹ Department of Transport Technology, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, S. Bandery street 12, E-mail: sokil-b-i@ukr.net

² Department of engineering mechanics, Petro Sahaydachny Army Academy, UKRAINE, Lviv, The Gvardiyska street 32, E-mail: Yurachagan@ukr.net

Caterpillar vehicles are maintained in more difficult conditions, than wheel. It puts more rigid requirements to characteristics and layout of their suspension. It should ensure necessary smoothness of a course of a vehicle and the limited dynamic loads at significant speeds of motion on a cross-country terrain. Such requirements are ensured with the suspension with nonlinear communication between moving and restoring force. Simultaneously with nonlinearity of the elastic characteristic of the suspension there are significant difficulties of analytical research of dynamics of a probed vehicle. In work, for sedate or close to it of the communication law between restoring force and moving, the mathematical model of longitudinal-angular oscillations is constructed. The technique of construction of the analytical solution of system of the nonlinear differential equations which describes dynamic process of a vehicle is developed for the analysis of effect of main specifications on dynamics of the process. The technique is based on the usage of periodic Ateb-functions at construction of the asymptotic solution of the indicated equations. It allows to receive ratio convenient for the analysis that laws of change of main specifications of vertical and longitudinal-angular oscillations describe. The settlement relations received on the basis of analytical investigations show:

- To ensure necessary comfortableness of probed vehicles the suspension with communication between force and deformation in the form of the sedate law provided that a parametre of nonlinearity more than 1 can;
- As to characteristics of dampers the necessary vibration damping ensures the nonlinear law of velocity function with a parametre of nonlinearity more from 2.

The developed technique in the following can be the basis for research of more difficult and important case - researches of forced oscillations

Розробка методики розрахунку поздовжньо-кутових коливань транспортних засобів за нелінійних характеристик підвіски

Марія Сокіл¹, Юрій Чаган²

¹ Кафедра транспортних технологій, Національний університет “Львівська політехніка”, УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: sokil-b-i@ukr.net

² Кафедра інженерної механіки, Академія сухопутних військ ім. гетьмана П.Сагайдачного, УКРАЇНА, м. Львів, вул. Гвардійська 32, E-mail: Yurachagan@ukr.net

Використовуючи асимптотичні методи нелінійної механіки у поєднанні із періодичними Атеб-функціями побудовано перше наближення розв'язку системи диференціальних рівнянь, яка є математичною моделлю поздовжньо-кутових коливань транспортних засобів. Отримані так звані рівняння у стандартному вигляді визначають вплив геометричних та динамічних параметрів підвіски на поздовжньо-кутові коливання транспортних засобів.

Ключові слова – транспортні засоби, математична модель коливань, нелінійні коливання, пружна підвіска, амплітуда, частота коливань.

I. Вступ

У роботі розроблено методику дослідження впливу нелінійних характеристик підвіски, параметрів її компоновки на динаміку гусеничних транспортних засобів (ГТЗ). ГТЗ, як правило, експлуатуються у набагато складніших умовах ніж колісні транспортні засоби. Тому щодо характеристик підвіски та її компоновки ставляться набагато жорсткіші вимоги: вона повинна забезпечити належну плавність ходу при значних швидкостях руху по пересіченій місцевості та забезпечувати обмежені динамічні навантаження на екіпаж. Як показано в [1], такі вимоги підвіска із класичним лінійним зв'язком між переміщенням та відновлюючою силою не забезпечує. Тому, у досліджуваних транспортних засобах використовують підвіску із нелінійним зв'язком між відновлюючою силою та деформацією. В той же час, аналітичне дослідження динаміки цих машин з урахуванням нелінійної характеристики підвіски є складною математичною задачею. Чисельні ж методи її розв'язування не завжди дають змогу проаналізувати вплив всього комплексу силових та геометричних параметрів на плавність ходу. З огляду на вказане, аналітичне дослідження рівнянь, які описують коливання ГТЗ, є актуальною задачею.

II. Постановка задачі

У роботі [1] показано, що за нелінійно-пружних характеристик підвіски поздовжньо-кутові коливання корпусу можна привести до вигляду

$$M\ddot{\varphi} + \frac{I_2}{r}\ddot{\varphi} + \alpha_2(\varphi) = Mg -$$

