

ПЕРЕДУМОВИ ДО ВИНИКНЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО РЕЗОНАНСУ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ АГРЕГАТІВ ПЕРЕМІННОЇ МАСИ

Кожушко А.П. к.т.н., доцент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

м. Харків, Україна

Параметричні коливання в будь-якій складній механічній системі викликані періодичною зміною якогось параметра коливальної системи. Параметричні коливання подібні зовнішнім проявам вимушених коливань, але у випадку параметричних коливальних рух підтримується шляхом зміни параметрів системи.

Параметричний резонанс полягає у зростанні коливань біля нестійкого положення рівноваги, тобто в ділянках динамічної нестійкості. У випадку появи параметричного резонансу в зоні рівноважного стану системи стає нестійким, і вихід з цієї зони характеризується коливаннями з прогресивно-зростаючою амплітудою. Фундаментальне значення в теорії параметричних коливань отримали роботи: В.В. Болотіна; Б.Г. Галеркіна; К.С. Колеснікова; М.Г. Крейна; В.І. Крилова; А.М. Ляпунова; С.П. Тимошенка; Г. Шмідт; N.M. Beliaev; F. Bloch; G. Hill; R.A. Ibrahim, F. Melde; D.T. Mook; G.I. Simites, та інші.

Розгляд параметричних коливань проводиться на основі дослідження стійкості параметричних резонансів, тобто при математичному моделюванні значно нелінійної системи диференціальних рівнянь. Аналіз динамічної стійкості систем при параметричних збудженнях в основному зводиться до вирішення рівнянь типу Матьє-Хілла, або використовують методи Галеркіна, Ляпунова, Болотного та інші.

Відомою є робота [1], в якій автор запропонував методи зменшення параметричних коливань керованих коліс транспортної машини. Дані методи ґрунтуються на виборі жорсткості і демпфірування в рульовому управлінні шляхом використання діаграми Айнса-Стретта для рівняння типу Матьє.

Також в напрямку зменшення параметричних коливань керованих коліс існують роботи [2], в яких автори зменшують рівень коливань коліс навколо шкворневих осей за рахунок збільшення жорсткості рульового управління.

В роботі [3] автор досліджує параметричні коливання автомобільного колеса, які викликані періодичною зміною радіальної жорсткості по мірі його перекочування. В результаті чого автором отримано залежності, які дозволяють оцінити межі зони параметричної нестійкості автомобільного колеса на ділянці частот біля параметричного резонансу. Згідно з роботою [4] встановлено, що найбільш небезпечною величиною відношення частоти вільних коливань невіднесеної маси до частоти параметричного збурення, що підводиться до коліс, є відношення, яке дорівнює 2.

Також явище параметричних коливань зустрічається при дослідженні роботи моторно-трансмісійної установки. Так в роботі [5] автори помітили наявність параметричних коливань при дослідженні динамічної навантаженості трансмісійної установки. Як зазначено авторами, зниження динамічної навантаженості, що формується

параметричними резонансами, може бути досягнута введенням елемента демпфірування.

В роботі [6] зроблено висновок, що основну роль у формуванні високочастотних коливань силової передачі відіграє параметричне збурення, яке пов'язано з нерівномірністю обертання карданного валу. Автори роботи відмічають, що ефективним засобом зменшення динамічних навантажень є зміна жорсткості карданного валу, величина якої впливає на резонансну зону коливальної системи.

В роботі [7] досліджено можливість виникнення параметричних резонансів для різноманітних форм власних коливань прямозубого епіциклу. Встановлено, що в прямозубому зчепленні кінематична похибка розширює діапазон ділянки нестійких коливань до 50%. Також відмітимо, що автор роботи [8] встановив, що низькочастотні коливання, так само, як і високочастотні, можуть при певних умовах змінювати дисипативні характеристики коливальних процесів, а також суттєво збільшувати амплітуди параметричних резонансів.

Як видно, з аналізу дії параметричних коливань на складні механічні системи, вони створюють ділянки динамічної нестійкості, які призводять до руйнування системи. Особливо актуальним є вирішення проблеми виникнення параметричних резонансів в системі «колісний трактор – агрегат перемінної маси». Адже при певному рівні рідини в цистерні відбувається перерозподіл мас, який здатний до певної періодичної зміни руху агрегату та може викликати параметричний резонанс загальної коливальної системи.

Список літератури

1. Кручинин П.А. Механика подавления параметрических колебаний управляемых колес транспортных машин : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.02.01 / Кручинин Павел Анатольевич. Москва. 1984, 183 с.
2. Дербаремдикер А.Д., Кручинин П.А. О подавлении параметрических колебаний управляемых колес. Вестник Моск. ун-та. Сер. 1, Математика. Механика, № 3, 1985, С. 56-61.
3. Щербатов В.И. Исследование параметрических колебаний автомобильного колеса. Известия Моск. гос. техн. ун-та, Т. 1, № 4(22), 2014, С. 99-102.
4. Рейзина Г.Н. Математическое моделирование устойчивости систем подпрессоривания. Вестник Белорусского нац. техн. ун-та, № 4, 2002, С. 47-49.
5. Держанский В.Б., Волков А.А., Тараторкин А.И., Тараторкин И.А. Экспериментальное исследование динамической нагруженности приводов водометов амфибийных машин. Вестник Курганского гос. ун-та, № 3(37), 2015, С. 41-45.
6. Морачковский О.К., Дружинин Е.И., Беломытцев А.С. Расчет крутильных колебаний силовых передач с карданным валом. Вібрації в техніці та технологіях, № 2(89), 2018, С. 22-28.
7. Яглинский В.П., Гутьря С.С., Чанчин А.Н., Хомяк Ю.М. Параметрические колебания в планетарных колесных редукторах. Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР, № 25(1301), 2018, С. 156-162.
8. Вульфсон И.И. Влияние низкочастотных колебаний на нелинейные диссипативные силы. Известия высших учеб. завед. Прикладная нелинейная динамика, Т. 20, № 4, 2012, С. 51-65.