

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.068

**ПРИДУШЕННЯ ПАРАЗИТНИХ КОМПОНЕНТІВ ДИНАМІКИ.
МАГНІТОЛЕВІТУЮЧОГО ПОЇЗДА**

Поляков В.О.

Інститут транспортних систем та технологій НАН України, Україна

Вступ. Будь-який рух магнітолевітуючого поїзда (МЛП) умовно представимий сукупністю його компонентів, деякі з яких корисні. Дотримання їхніх необхідних законів має призводити до вичерпного вирішення рухових задач системи. Інші ж із згаданих парціальних рухів марні, або навіть шкідливі. Виникнення поза нормативних значень характеристик цих компонентів робить згадане рішення неможливим. Тому гарантована цілеспрямованість поведінки МЛП може бути досягнута шляхом раціонального комбінування активного керування корисними компонентами його стану з пасивним придушенням паразитних (безкорисних та шкідливих) компонентів такого стану.

Основний матеріал. Придушення небажаних рухів артефакту може здійснюватися усілякими способами, що базуються на різноманітних вихідних передумовах щодо внутрішньої та зовнішньої обстановки руху системи, що вивчається, а також відповідних цим передумовам теоретичних концепціях. Якщо передбачається, що силові, параметричні, структурні та інші збурення об'єкта руху мають детермінований або стохастичний характер, то, як відомо, задача демпфування його коливань може бути вирішена методами загальної теорії коливань [1], або статистичної динаміки [2] відповідно. У загальному ж випадку, згадані збурення непередбачувані, тобто щодо них нічого, або майже нічого не відомо (крім, можливо, обмеженості по модулю i , наприклад, безперервності). При цьому досить раціональні та адекватні методи опису та вирішення задачі придушення паразитних рухів можуть бути почерпнуті з теорії інваріантності [3], а суть цієї задачі зводиться до необхідності знаходження умов, дотримання яких гарантує незалежність координати, що придушується (або групи таких координат), від певних збурень.

У концептуальному плані, таке придушення може бути здійснено, очевидно, шляхом досягнення інваріантності координат, що представляють зазначені рухи, щодо збурень, що ігноруються, а також ізоляції таких координат від впливів, що руйнують шукану інваріантність. Таким чином, мається на увазі селективна інваріантність згаданих координат при мінімально можливих складності системи, а також обсязі інформації про її збурення.

Придушення компонентів стану, що розглядаються, повинно здійснюватися в автоматичному режимі. Тому, з урахуванням зазначених обмежень, великого значення набуває питання про вибір раціональної структури, а також параметрів системи, які, будучи фізично реалізованими, забезпечували б виконання умов її грубості, вимог асимптотичної стійкості тощо. Вибір такої структури та параметрів зручно вести із залученням (за аналогією з теорією стійкості) понять структурної та параметричної інваріантності, які, очевидно, близькі до понять про необхідні та достатні умови фізичної здійсненності абсолютно інваріантної системи [4]. Щоб система, яка прийнята як розрахункова схема МЛП, була, за необхідною координатою, структурно-інваріантною від певного збурення, повинні бути створені умови, при реалізації яких це збурення не зможе викликати зміну ні самої цієї координати, ні її похідних, тобто буде забезпечена абсолютна інваріантність. Параметрична інваріантність за тією ж координатою має місце, якщо умови її структурної інваріантності можуть бути реалізовані з використанням фізично здійснених елементів, тобто за рахунок підбору значень параметрів системи.

Аналіз умов інваріантності призводить до висновку, що їхня реалізація шляхом підбору параметрів системи можлива лише за дотримання принципу двоканальності [4]. Іншими словами, інваріантність будь-якої координати від збурення можлива лише, якщо його вплив здійснюється не менше ніж по двох каналах, передавальні функції яких рівні за модулем і протилежні за знаком.

Висновки. Пропонований підхід суттєво спрощує та полегшує придушення паразитних рухів МЛП, бо, в альтернативному варіанті, таке придушення у багатьох випадках можливе лише в системах, що мають так звану двократну інваріантність [5], тобто таких, для яких умови інваріантності по відношенню до збурень одночасно є і умовами інваріантності по відношенню до нестационарних параметрів. Надання ж системі такої властивості зазвичай можливе лише за активного керування її фазовими координатами (наприклад, – у безошукових самонастроюваних системах із моделлю [5]), а не за їхньому пасивному придушенні, що (звісно, за наявності такої альтернативи) значно менш переважно. Крім того, в регуляторі, що самоналаштовується, передбачається наявність додаткових настроювальних контурів управління, що пов'язано з відчутними енергетичними витратами в них і, природно, істотно підвищує ресурсоемність реалізації такого керування.

Література

1. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко – М.: Наука, 1967. – 444 с.
2. Ларин В. Б. Статистические задачи виброзащиты / В. Б. Ларин – Киев: Наук. думка, 1974. – 128 с.
3. Кулебакин В. С. Теория инвариантности автоматически регулируемых и управляемых систем// В кн.: Труды 1-го конгресса ИФАК по автоматическому управлению. Т 1. Теория непрерывных систем. Специальные математические проблемы. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 247-258.
4. Петров Б. Н. О реализуемости условий инвариантности. //Теория инвариантности и её применение в автоматических устройствах. / Тр. I совещания по теории инвариантности. – М., 1959. – С. 59-80.
5. Петров Б. Н. Двукратная инвариантность систем автоматического управления / Б. Н. Петров, В. Ю. Рутковский // Докл. АН СССР, 1965, т. 161, № 4, – С. 789 – 790.

SUPPRESSION OF A MAGLEV TRAIN'S PARASITIC DYNAMIC'S COMPONENTS

Vladislav Poliakov

Annotation: Part of a maglev train's partial motions are parasitic - not useful, or malicious to the successful solution of its motor task. Under the conditions of unpredictable system's disturbances, the requirement to preserve its purposefulness makes it rational the passive suppression of such motions by the methods of the invariance theory. These methods are used to find conditions, the observance of which guarantees the independence of a suppressed coordinates from certain perturbations. Suppression can be done by achieving the invariance of coordinates that represent unwanted motions with respect to ignored disturbances, as well as by isolating such coordinates from influences that destroy the desired invariance.

Suppression of a parasitic motion components is carried out automatically. To do it, the structure and parameters of the system must be rationally selected, physically realizable and ensure its high dynamic qualities. It is convenient to choose the structure and parameters using the concepts of structural and parametric invariance. Their implementation is possible only if the two-channel principle is observed.

Keywords: train, dynamics, goal orientation, vibrations, suppression, invariance, dual channelity.

Reference

1. Timoshenko S. P. Kolebanija v inzhenernom dele / S. P. Timoshenko – M.: Nauka, 1967. – 444 s.
2. Larin V. B. Statisticheskie zadachi vibrozashhity / V. B. Larin – Kiev: Nauk. dumka, 1974. – 128 s.
3. Kulebakin V. S. Teorija invariantnosti avtomaticheski reguliruemih i upravljaemyh sistem// V kn.: Trudy 1-go kongressa IFAK po avtomaticheskomu upravleniju. T 1. Teorija nepreryvnyh sistem. Special'nye matematicheskie problemy. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – S. 247-258.
4. Petrov B. N. O realizuemosti uslovij invariantnosti. //Teorija invariantnosti i ejo primenenie v avtomaticheskikh ustrojstvah. / Tr. I soveshhanija po teorii invariantnosti. – M., 1959. – C. 59-80.
5. Petrov B. N. Dvukratnaja invariantnost' sistem avtomaticheskogo upravlenija / B. N. Petrov, V. Ju. Rutkovskij // Dokl. AN SSSR, 1965, t. 161, № 4, – S. 789 – 790.