

інтегрального квадратичного функціоналу. Отримавши значення вагових коефіцієнтів адитивного функціоналу [5-7], переходимо до третього етапу розв'язання задачі параметричного синтезу підвіски автомобіля - відшукування оптимального вектора змінних параметрів підвіски. Цей етап здійснюється за допомогою програмних продуктів Optimization Toolbox і Minimize аналогічно оптимізації приватних функціоналів.

Формалізація вимог, що пред'являються до підвіски автомобіля, призводить рішення задачі параметричного синтезу підвіски до пояснення мінімуму адитивного інтеграційного квадратичного функціоналу з невідомими ваговими коефіцієнтами, які обчислюють за рішенням математичної моделі обуреного руху підресореною частини корпусу автомобіля, за допомогою досліджуваного алгоритму, заснованого на програмному продукті Optimization Toolbox або Minimize, з одночасною оцінкою значень вагових коефіцієнтів мінімізації адитивного функціоналу.

Література

1. Дущенко В.В. Математическое моделирование колебаний подрессоренного корпуса многоопорной колёсной машины. *Механіка та машинобудування*, 2004. - №2. – с. 139-147.
2. Силаев А.А. Спектральная теория подрессоривания транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1972. – 192с.
3. Туренко А.Н., Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта. – Харьков: ХНАДУ, 1998. – 255с.
4. Александров Е.Е., Лебедев А.Т., Туренко А.Н. Динамика транспортно-тяговых колёсных и гусеничных машин. – Харьков: ХНАДУ, 2001. – 642с.
5. Борисяк М.Д., Александрова Т.Е., Мазнанишвили А.С. Стохастическая оценка плавности хода многоопорного транспортного средства. *Доповіді НАН України*, 2013. - №6. – с. 52-59.
6. Александров Е.Е. Александрова Т.Е. Математическое моделирование, системный анализ и синтез динамических систем. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – 200с.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1961. – 576с.

Байдала Владислава Юрїївна, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vlada.baidala@gmail.com

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПОЛОЖЕННЯ КОЛІСНИХ МАШИН ПРИ РОБОТІ З ПРИЧЕПАМИ

В теперішній час багато досліджень вітчизняних та іноземних авторів присвячено питанням забезпечення стійкості руху та положення колісних машин. Основна увага під час розробки сучасних теоретичних і практичних

рішень приділяється питанням забезпечення курсової стійкості та керованості. Також увага приділена оцінці та забезпеченню стійкості положення при агрегуванні з причіпними та навісними знаряддями, застосуванні причепів та напівпричепів.

Так, в роботі [1] розглядається коливальна система машинно-тракторного агрегату до складу якого входить колісний трактор з шарнірно-зчленованою рамою та напівпричіп. Встановлено, що при раціональному поєднанні параметрів представляється можливість забезпечення достатньо високих показників плавності руху та динамічної стійкості трактора при його русі дорогами з твердим покриттям. Авторами роботи [2] отримані критеріальні вирази оцінки поперечної стійкості положення колісної машини в кожному діапазоні динамічних збурень, що дозволяють визначити гранично допустимий імпульс вимушених коливань. Багато робіт, в тому числі [3-7], присвячено розробці математичних моделей з використанням відповідного програмного забезпечення для визначення параметрів стійкості руху та положення машин.

Але, не зважаючи на значні досягнення в цьому напрямку, в даний час все ще існує потреба щодо вдосконалення підходів і засобів як до оцінювання, так і до забезпечення стійкості положення шарнірно-зчленованих колісних машин. Відомо, що найменш стійкою секцією таких машин є передня, яка має значну висоту центру мас та порівняно невелику колію. При роботі на місцевості зі значними ухилами та нерівностями саме передня секція обумовлює динамічну стійкість положення усієї машини. Задня секція, що сполучена з передньою шарніром, є своєрідною стабілізуючою ланкою усієї системи.

Колісні шарнірно-зчленовані машини в значній мірі використовуються у якості технологічного транспорту у багатьох галузях. Проте досягнутий рівень безпеки використання не дозволяє істотно зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку нових або додаткових технічних рішень для покращення цієї ситуації. Особливо це стосується забезпечення стійкості положення колісних шарнірно-зчленованих машин при роботі з причіпними знаряддями та транспортуванні причепів, які, в свою чергу, являють собою досить складні конструкції. Для них вирішення цього питання є дуже актуальним і значущим.

В якості напрямку підвищення стійкості таких машин можливе застосування модернізованих причепів та напівпричепів, які при агрегуванні можуть підвищити стійкість положення за рахунок зниження вертикальних прискорень напіврам. Схожий підхід використаний авторами роботи [8]. Запропонований в ній спосіб дозволяє знизити динамічні навантаження колісних машин з шарнірно-зчленованими рамами під час руху нерівностями за рахунок зменшення вертикальних прискорень напіврам й усунення ударних навантажень, тим самим підвищивши їхню поперечну стійкість.

Але необхідно відзначити, що розповсюджені причепа мають малий запас поперечної стійкості, оскільки мають велику вагу, високе розташування центру мас і значні крени вантажної платформи. Для підвищення продуктивності праці при транспортних операціях необхідно покращувати

умови праці, забезпечуючи безпеку виконуваних операцій, що означає комплексне підвищення запасу динамічної поперечної стійкості як колісних шарнірно-зчленованих машин, так і причепів.

Такі дії в значній мірі дозволять підвищити безпеку експлуатації колісних машин.

Література

1. Кальченко Б. І. Дослідження динамічної стійкості та плавності руху колісних тракторів / Б. І. Кальченко, А. П. Кожушко // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ "ХПІ", 2017. – № 44 (1266). – С. 111-116.

2. Подригало М.А. Влияние возмущающей силы на устойчивость колесных машин при боковом опрокидывании / М.А. Подригало, А.С. Полянский, Д.М. Клец, В.В. Задорожня // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник / ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ. – Горлівка, 2010. - № 1.(10) – С. 127-132.

3. Abu-Hamdeh N. H., Al-Jalil H. F. Computer simulation of stability and control of tractor-trailed implement combinations under different operating conditions. *Bragantia*, 63(1), 2004. – P. 149-162. doi:10.1590/s0006-87052004000100015

4. Xu H., Wang G., Liu H., Zhang Y. Analysis and Evaluation for B-Double Vehicles Handling Stability. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2018. – 381-391. doi:10.1007/978-981-13-0302-9_38

5. Hongtu Yang, Changgao Xia, Jiangyi Han, Chen Chen, Hongdang Zhang Analysis of Stability and Dynamic Model Simulation of Mountain Tractor Rollover / *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 512 (2020) 012151. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/512/1/012151

6. Bai Z., Lu Y., Li Y. Method of Improving Lateral Stability by Using Additional Yaw Moment of Semi-Trailer. *Energies*, 13(23), 2020. 6317. doi:10.3390/en13236317

7. Qu G., He Y., Sun X., Tian J. Modeling of Lateral Stability of Tractor-Semitrailer on Combined Alignments of Freeway. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2018, P. 1-17. doi:10.1155/2018/8438921

8. Пат. 63494 Україна, МПК В60W 30/02. Спосіб підвищення поперечної стійкості колісних машин зі складаними рамами / Подригало М.А., Полянський О.С., Дубінін Є.О., Задорожня В.В.; заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т. – №201103212; заявл. 18.03.11; опубл. 10.10.11, Бюл. №19.