

Татієвський Д. М. аспірант, Вербицький В. Г., професор, науковий керівник

МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ З КОЧЕННЯМ ТА СТАБІЛІЗАЦІЯ КЕРОВАНОГО РУХУ

Запорізька державна інженерна академія, кафедра ПЗАС

Автономні системи вантажоперевезень є нині об'єктом численних дослідницьких проєктів, серед яких можна виділити роботи по автоматизації автопоїздів. Складність автоматичного водіння автопоїздів обумовлена нелінійністю об'єкту керування, а також нестійкістю при русі заднім ходом.

В ході проведених досліджень реалізований синтез декількох можливих законів керування. Слід зауважити, що використовуються конструктивні схеми автопоїзда із зчіпними пристроями точно над задньою віссю тягача ("on - axle hitching") і зі зміщенням зчіпних облаштувань відносно задніх осей ("off - axle hitching"). Відповідно, в першому випадку істотні два параметри - колісна база і відстань від зчеплення до середини задньої осі причепа, в другому випадку додається довжина від задньої осі тягача до зчеплення. Для синтезу законів керування може бути застосований прямий метод Ляпунова (для двох кінематик), апарат алгебри Лі і точний розв'язок СДР у випадку т.з. альфа - стабілізаційного підходу (при деяких допущеннях) [1]. При такому підході є можливість для заданого кута складання отримати відповідне керування за кутом повороту осі напівпричепа.

Перевірка стабілізації математичної моделі руху заднім ходом здійснювалася шляхом включення руху причепа в СДР: с плinom часу його швидкість прагне до швидкості тягача і кути орієнтації тягача і причепа прагнуть один до одного. Чисельна інтеграція здійснювалася в системі Maple (автоматизований маплет запускається із додатка на C#).

Для перевірки технологічної працездатності пропонованих законів керування використовується робототехнічна установка, відповідна "on - axle hitching" моделі. Рух вперед в усіх випадках показав повну відповідність теорії (траєкторія руху співпадає з розрахунковою).

Рух заднім ходом через конструктивні особливості установки доки не представляється можливим, зважаючи на інертність рульового керування. Для реалізації керованого руху заднім ходом розроблений програмний додаток, що прочитує значення датчика кута складання і обчислює керування - кут повороту рульових коліс з практичних водійських міркувань.

По кадрове виконання руху заднім ходом (без затримки керування) демонструє його стабільність. До недоліків цієї установки слід віднести малий діапазон кутів керування, що вимагає її подальшого доопрацювання.

Висновки:

- Розроблена математична модель керування та стабілізації руху механічних систем з коченням.
- Створена робототехнічна модель руху і керування автопоїзда з причепом та перевірена адекватність відповідної математичної моделі.
- Створений програмний додаток, що дав змогу змоделювати керування та стабілізацію руху автопоїзда з причепом у зворотному напрямку.

Література

1. Lobas L.G. and Verbitskii V.G. Qualitative and Analytical Methods in the Dynamics of Wheel Machines. – Kiev: Naukova Dumka, 1990