

УДК. 62-514.5

РОБОТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ В АДАПТИВНОМУ РЕЖИМІ

Бондар А. М., к.т.н. *

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. +380619440274

e-mail: ban1977@i.ua

Анотація. У статті розглянуте питання поліпшення показників керованості мобільних машин з колісним шасі за рахунок використання адаптивного рульового керування. Запропоновано систему рульового керування, яка працює у двох режимах: транспортному й маневрування. Приводиться її пристрій, алгоритм функціонування й технічні показники. Дається математичний опис взаємозв'язку елементів системи.

Ключові слова: передатне відношення, чутливість рульового керування, суматор, адаптація, вимірювальний перетворювач (ВП).

Постановка проблеми. Відомо, що колісне шасі із традиційним рульовим керуванням як об'єкт керування являє собою інтегратор зі змінними параметрами. Поворот транспортного засобу на місцевості є результатом нагромадження в міру поздовжнього переміщення. Це породжує суперечливість процесу керування на різних швидкостях руху. При маневруванні на малих швидкостях (до 10...20...20 км/год), чутливість рульового керування – ξ недостатня. Відзначимо, що під чутливістю розуміється інтенсивність відгуку об'єкта керування на одиничний керуючий вплив. Для керування напрямком руху транспортного засобу чутливість рульового керування ω_r є відношення зміни кутової швидкості машини до кута повороту керма, що його викликало [1].

* Публікується за рекомендацією: д.т.н., проф., акад. МААО Дідюра В.А.

Аналіз останніх досліджень. У рамках існуючих механічних схем кермових приводів чутливість задається передатним відношенням рульового керування W як правило незмінним ($W = \text{const.}$) (Передатне відношення це відношення кута повороту керма до кута повороту керованих коліс транспортного засобу).

Для зручності при маневруванні передатне відношення бажано знизити, а в транспортному (швидкісному) - підвищити.

Відомо, що тиххідні машини мають передатне відношення рульового керування - 4...6, а у швидкісних автомобілів до 30. При проектуванні рульового керування передатне відношення вибирається досить більшим, щоб забезпечити стійкість руху на підвищених швидкостях. Це приводить до незручностей при маневруванні [1, 2, 7, 8, 9].

Широко відомі спроби непрямого подолання цього технічного протиріччя в рамках механічних схем. Наприклад, технічні рішення, в основі яких лежить введення нелінійності в кінематику кермового привода. В межах малих відхилень керованих коліс від нейтрального положення призначається велике передатне відношення, тому що це характерно для швидкісних режимів. Більші відхилення керованих коліс характерні для маневрування, тому з ростом цієї величини передатне відношення знижується. Однак не можна не відзначити, що такий підхід не знімає повністю суті технічного протиріччя, в основі якого лежить лінійна залежність чутливості від швидкості руху.

Мета дослідження. Метою даної роботи є вдосконалення рульових механізмів колісних машин, шляхом отримання змінного передатного відношення в залежності від швидкості руху транспортного засобу.

Основна частина. Кардинальне поліпшення керованості машин можливо на основі використання сучасних досягнень автоматики [1]. Таким чином, пропонується варіант кермового привода який забезпечує високу керованість транспортних засобів на всіх швидкісних режимах. (рис.1)

У структуру кермового привода входять такі пристрої:

- підсумовуючий механізм (Σ_m)
- сервопривод з мікропроцесорним керуванням.
- вимірювальні перетворювачі повороту керма (ВП1) і швидкості транспортного засобу (ВП2).

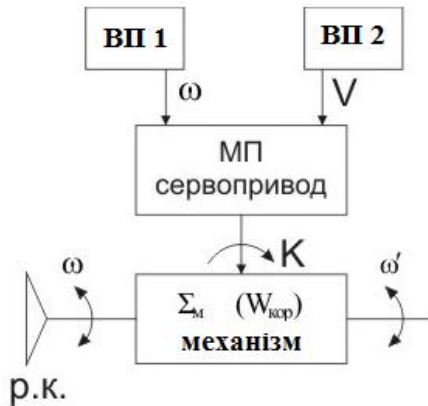


Рисунок 1 – Структурна схема кермового привода

Варіанти виконання підсумовуючого механізму відомі [1, 2, 10]; Для важких машин можна використовувати двохконтурне об'ємно-гідралічне рульове керування з вільним золотником [10]. Для цього, насос дозатор сервопривода, підключається паралельно основному насосу дозатору. Для легких колісних машин краще кермова колонка з диференціалом.

Функціональне призначення суматора складати керуючий вплив (поворот керма) і коригування (від сервопривода) з метою забезпечення необхідного передатного відношення кермового привода.

Сервопривод робить коригувальний вплив, величина якого регламентується його мікропроцесором.

Мікропроцесор використовує інформацію про інтенсивність керуючого впливу (ВП1) і швидкості транспортного засобу (ВП2) яка надходить із відповідних вимірювальних перетворювачів.

Структура кермового привода з таким апаратним забезпеченням дозволяє гнучко й ефективно управляти з використанням різних алгоритмів керування.

Варіант I

Діапазон швидкостей руху машини розбивається на два:

- маневрування $V \leq V_m$ де: $V_m = 20 \dots 30 \dots 30$ км/год швидкість маневрування
- транспортний режим $V > V_m$

При маневруванні сервопривод заблокований, а знижене в 2-4 рази передатне відношення W забезпечує зручність керування.

У транспортному режимі мікропроцесор формує коригувальний вплив відповідно до залежності [3, 4, 5, 6]:

$$K = \omega \left(\frac{V_M}{V} - 1 \right) \quad (1)$$

де: ω – поточне значення кутової швидкості повороту керма (ВП1);

V – поточне значення швидкості машини (ВП2);

$V_M = \text{const}$ прийняте значення межі швидкості при маневруванні.

Після уведення корекції підсумовуючий механізм знижує величину керуючого впливу:

$$\begin{cases} \omega' = \omega \frac{V_M}{V}, & (2) \\ W' = W \frac{V}{V_M} & (3) \end{cases}$$

і ефективно значення передатного відношення лінійно росте.

При цьому чутливість рульового керування ($\xi - \text{const}$) постійна.

Характер зміни параметрів по варіанту 1 W' і ξ залежно від швидкості представлена на рисунку 2. Для порівняння пунктиром представлені параметри транспортного кермового привода W_T, ξ_T .

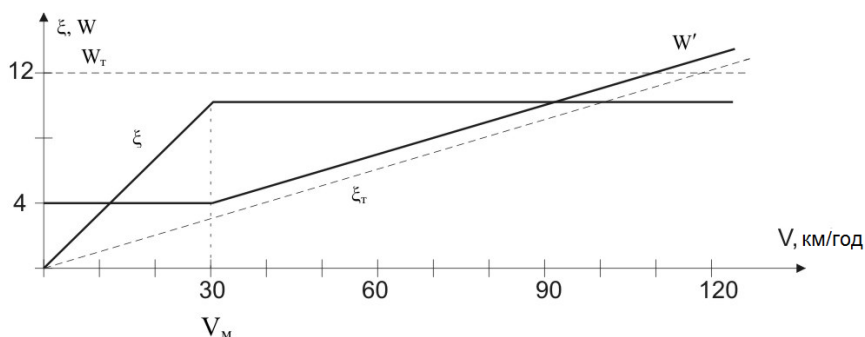


Рисунок 2 – Параметри кермового привода вар.1

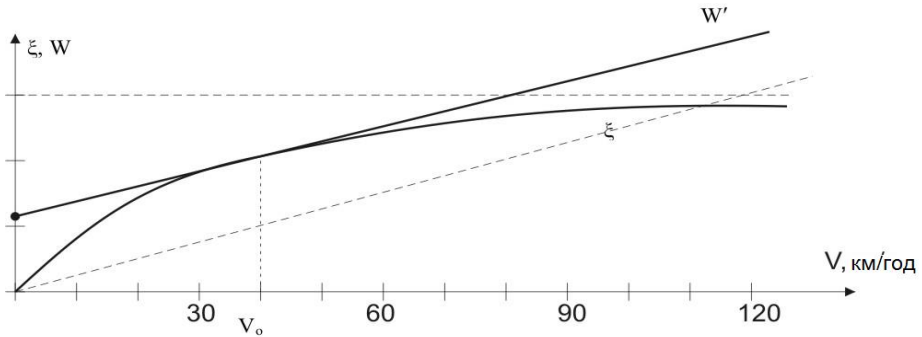


Рисунок 3 – Параметри кермового привода вар.2

Варіант II

У цьому випадку сервопривод працює на всьому діапазоні швидкостей. При цьому залежність величини корекції мікропроцесор розраховує по формулі:

$$K = \omega \left(\frac{V_0}{V_0 + V} - 1 \right) \quad (4)$$

де: V_0 – середнє значення швидкісного діапазону транспортного засобу (const).

Відповідно:

$$\begin{cases} \omega' = \omega \frac{V_0}{V_0 + V} \\ W' = W \left(1 + \frac{V}{V_0} \right) \end{cases} \quad (5)$$

Характер залежності параметрів W' і ξ у цьому випадку представлені на рис. 3.

Висновки.

1. Пропоноване технічне рішення дозволяє забезпечити зручність при маневруванні й стійкість керування на швидкісних режимах руху транспортного засобу.

2. Гнучкість структури привода в тім, що використовуючи те саме апаратне забезпечення, можна змінювати характеристики керування системи, міняючи «віртуальну частину» (програму МП).

ЛІТЕРАТУРА

1. Петров В.О. Синтез ергономічних управлінь для мобільних машин // Праці Таврійської державної агротехнічної академії, Вип. 1. - т.24 - Мелітополь: ТДАТА, 2001. - С. 114.
2. Патент на винахід № 9846, 7В62 Д1/18, от 17.10.2005 Бюл № 10 Рульова колонка транспортного засобу.
3. Бондар А. М. До питання дослідження рульових керувань із перемінним передаточним числом/ А. М. Бондар, М. С. Бондар, М. М. Луб'яний// Праці Таврійської державної агротехнічної академії – Мелітополь, 2005. - Вип. 26. - С.81-87. (здобувачем представлена принципова схема рульового керування транспортного засобу з перемінним передаточним відношенням рульового механізму).
4. Петров В. О. Постійна чутливість рульового керування мобільних машин у транспортному режимі/ В. О. Петров, А. М. Бондар// Праці Таврійської державної агротехнічної академії – Мелітополь, 2006. - Вип. 43. – С. 98 – 102 (здобувачем представлені передумови для збільшення технологічних швидкостей МТА).
5. Бондар А. М. Фактори поліпшення керованості МТА / А.М. Бондар // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ, 2009. - №2-09. – С. 150-160.
6. Бондар А. М. Надійність людини-оператора в складній технічній системі /А. М. Бондар// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету - Мелітополь – 2009. Вип. 9, Т5. – С. 13-18.
7. Бондар А. М. Вдосконалення рульових механізмів із перемінним передаточним відношенням / А. М. Бондар // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету - Мелітополь – 2010. Вип. 10, Т2. – С. 13-18.
8. Бондар А. М. Використання бальної оцінки для визначення економічної ефективності результатів наукової роботи / А. М. Бондар // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету - Мелітополь – 2012. Вип. 12, Т1. – С. 172-176.
9. Дидур В. А. Методика имитационного моделювання процесу управління колесною машиною в інтерактивному режимі / В. А. Дидур, А. Н. Бондарь // Костанайский инженерно-экономический университет. - Костанай, 2013. - Вип. 1(46)

– С. 79-85. (здобувачем розроблено математичну модель процесу руху колісної машини у повздовжній площині).

10. Пат. 36231 Україна, МКІ⁷ В62D1/18. Система гідроб'ємного рульового керування з постійною чутливістю / В. О. Петров, М. М. Луб'яний, А. В. Петров, А. М. Бондар та ін. (Україна). - № 200800229; заявл. 01.04.08; опубл. 27.10.08, Бюл. №20.

BIBLIOGRAPHY

1. V. Petrov. Synthesis departments ergonomic mobile machines // Proceedings Taurian State Agro-Technical Academy, Vol. 1. - t.24 - Melitopol: Tavricheskiy State Agrotechnology, 2001. - P. 114.

2. The patent for invention number 9846, 7V62 D1 / 18 from 17.10.2005 № 10 Bull steering column of the vehicle.

3. A. Bondar. Study the question of steering controls with a variable gear ratio / A. Cooper, M. Cooper, M. Bast // Proceedings Taurian State Agro-Technical Academy - Melitopol, 2005. - Issue . 26. - P.81-87. (Competitor presented a schematic diagram of a vehicle steering with variable gear ratio steering).

4. Petrov V.A. Constant sensitivity steering mobile machine in transport mode / V.A. Petrov, A. Cooper Works // Tavria State Agro-Technical Academy - Melitopol, 2006. - Vol. 43 - P. 98 - 102 (competitor are preconditions for increasing process speeds AIT).

5. A. Bondar. Factors improve handling AIT / A. Cooper // Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian University. - Dnepropetrovsk, 2009. - №2-09. - P. 150-160.

6. A. Bondar. Reliability human operator in a complex technical system / A. M. Cooper Works // Tavriya Agrotechnological State University - Melitopol - 2009. Vol. 9, T5. - P. 13-18.

7. A. Bondar. Improving steering mechanisms with variable gear ratio / A. Cooper Works // Tavriya Agrotechnological State University - Melitopol - 2010. Vol. 10, T2. - P. 13-18.

8. A. Bondar. Use of scoring to determine the economic efficiency Research results / A. Cooper Works // Tavriya Agrotechnological State University - Melitopol - 2012. - Vol. 12 T1. - P. 172-176.

9. The method Dydur VA ymytatsyonnoho modeling process management kolesnoy mashynoy ynteraktyvnom in Standby / V. Dydur, A. Bondar // Kostanayskyu engineering-economic university. - Almaty, 2013. - Vol. 1 (46) - P. 79-85.

(Competitor mathematical model of movement of wheeled vehicles in the longitudinal plane).

10. Pat. 36231 Ukraine, MKY7 V62D1 / 18. Hydrovolumetric steering system with a constant sensitivity / VA Petrov, M. Bast, A. Petrov, A. Cooper et al. (Ukraine). - № 200800229; appl. 01.04.08; publ. 10.27.08, Bul. №20.

OPERATION OF MOBILE MACHINES STEERING RESPONSIVE MODE

A. M. Bondar

Summary

The article examined the issue of improved performance manageability of mobile machines with wheel chassis by using adaptive steering. A steering system that works in two modes: transport and maneuver. It is driven device and algorithm of technical indicators. We give a mathematical description of the relationship of the system.

Key words: transfer ratio, sensitivity of root control, adder, adaptation, measuring transducer (VP).

УДК 621.9.048.7:621.373.826:631.31

ЛАЗЕРНА ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ З ЧАВУНУ

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц. *

Кравченко В.В., к.т.н., доц.

Оляднічук Р.В., к.т.н.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: temp1405@mail.ru

* Публікується за рекомендацією: д.т.н., доц., чл-кор. МАО Караєва О.Г.