

УДК 629.114.2.075

## ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ З АДАПТИВНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Бондар А.М., к.т.н.,  
Заволокін Д.Ю., магістр  
*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*

Сучасні енергонасичені колісні трактори в теперішній час використовуються дуже широко в різних кліматичних зонах та на різних транспортно-технологічних та сільськогосподарських технологічних операціях. Але в існуючих умовах експлуатації багато можливостей цих колісних тракторів не завжди раціонально використовуються.

Головним напрямком підвищення продуктивності колісних тракторів у сільськогосподарському виробництві є максимальне використання їх тягових та потужнісних властивостей. В свою чергу це можливо досягнути при збільшенні швидкості енергетичного засобу під час роботи. Але робота на збільшених швидкісних режимах може призвести до погіршення якості та стабільності технологічних процесів [1-6]. Це пов'язано, в першу чергу, зі збільшенням чутливості рульового керування, у зв'язку із підвищенням швидкості транспортного засобу також буде необхідно збільшувати передаточне відношення рульового механізму, а під час зменшення швидкості, відповідно, зменшувати передаточне відношення.

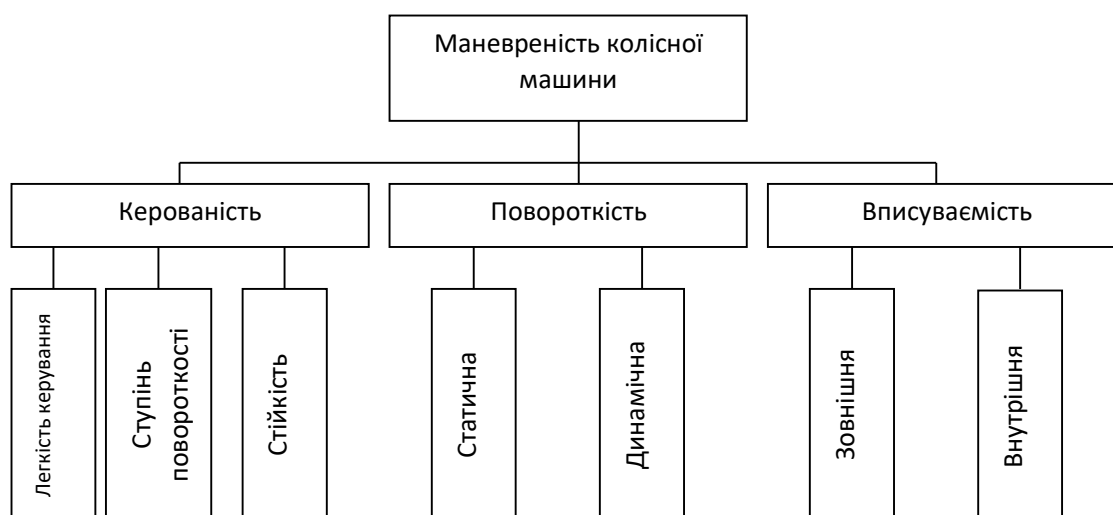
На сьогоднішній день відсутня така сільськогосподарська техніка, рульове керування якої повністю відповідало б цим вимогам. Тому актуальними є наукові роботи, направлені на створення рульових керувань сільськогосподарських МТА (машинно-тракторного агрегату), що працюють на підвищених швидкісних режимах та забезпечують адаптивність передаточного відношення рульового механізму в залежності від швидкості його руху [7].

Існуючі системи рульового управління сучасних мобільних транспортних засобів доволі прості, але спосіб керування об'єктом, який є суматором із перемінною швидкістю нагромадження помилки, доволі складний, перешкоджає оператору своєчасно, точно та швидко виконувати коригуючі дії напрямком руху машинно-тракторного агрегату.

Зі зростанням швидкості чутливість рульового керування наростає лінійно, при цьому помилка відстеження також зростає квадратично і на збільшених швидкостях руху система керування працює на межі

стабільності. Намагання зменшити чутливість за рахунок передавального відношення рульового механізму транспортного засобу значно погіршує його маневреність (рис.1). Час реакції водія транспортного засобу знаходиться в межах 0,5 - 2,5с., це зумовлено фізіологічними можливостями самої людини та технічними можливостями машини. Саме тому виникає необхідність конструктивно впливати нові системи рульових керувань.

Актуальною залишається проблема поліпшення керованості мобільних транспортних засобів. Ряд провідних вчених: Гельфенбейн С.П., Петров В.А., займалися проблемою керування і зауважували на перспективності способу керування "по-положенню". Однак технічного рішення на цей час не було запропоновано, у зв'язку тим, що у рамках механічних схем вирішити це занадто складно. Відомо, що оператору простіше точно здійснювати операції спостереження за відхиленням відповідного контрольованого параметра при керуванні (по-положенню) [6,7]. В цьому випадку об'єкт управління є простим підсилювачем, де положення керма визначає напрям руху мобільної машини.



**Рис.1. Структура властивостей маневреності колісної машини і машинно-тракторних агрегатів (на базі колісних тракторів)**

На сьогоднішній день визначений перспективний шлях розвитку рульових управлінь - забезпечення постійної чутливості рульового управління (адаптивність). Практично це означає, що напрямок руху машини повинен бути пов'язаний з положенням рульового колеса.

Традиційні рульові керування мають ряд недоліків:

- із зростанням швидкості чутливість керма лінійно наростає, помилка відстеження росте квадратично і на підвищених швидкостях система працює на межі стійкості. Спроба понизити чутливість за рахунок передатного відношення рульового приводу різко погіршує маневреність машини.

- час реакції водія обумовлений складністю прогнозування "поведінки" інтегратора.

Є необхідність конструктивного втілення нових, з урахуванням тенденцій розвитку, і використання компонентів сучасних систем рульових керувань. На сьогодні намічені два перспективні шляхи розвитку рульових приводів:

- забезпечення постійної чутливості рульового управління (адаптивне рульове керування);
- спосіб управління по-положенню.

Проведені дослідження керованості нового типу рульових управлінь, показали наступне:

- адаптивне рульове керування забезпечує більш високу точність відстеження траєкторії руху і дає можливість знизити передаточне відношення рульового приводу;
- спрощення управління в цьому випадку знижує час реакції водія вдвічі, на порядок збільшує точність відстеження траєкторії.

Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що: людина-оператор не являє собою ідеальний «регулятор», тому він припускається похибок на підвищених швидкісних режимах; доцільно використовувати «адаптивне» рульове керування.

#### **Список літератури.**

1. Бондар А.М., Петров В.О., Чаусов С.В., Новик О.Ю. Автоматизація систем рульового керування для прецезійного управління мобільними машинами. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Вип. 6. Херсон, 2018. С 85-95.

2. Бондар А.М. Метод контролю системи управління колесної машини с целью обеспечения эффективной работы. *Motrol. Lublin*. 2016. Vol. 17, No9. P. 13-17.

3. Бондар А.М. Пути повышения качества отслеживания траектории мобильных машин. *Motrol. Lublin*. 2015. Vol. 17, N9. P3-8.

4. Бондар А.М., Пристуга О.В. Дослідження конструкцій механічних рульових керувань з перемінним передаточним відношенням. *Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ*. 2018. С. 20-22.

5. Журавель Д.П. Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. ТДАТУ. Мелітополь, 2018. 44 с.

6. Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Петренко К.Г. Триботехніка. Курс лекцій з навчальної дисципліни для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280 с.

7. Журавель Д.П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-32