

УДК 631.372

**ВИЗНАЧЕННЯ КЕРОВАНOSTІ ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТУ В
ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗМІНИ МАСИ ВАНТАЖУ**

Колесник І.В. аспірант, **Шуляк М.Л.** к.т.н., доц., **Шевченко І.О.** к.т.н., доц.
(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.
Петра Василенка)

Розглянуті методи оцінки керованості повнопривідного транспортного агрегату з шарнірно-зчленованою рамою. Встановлена залежність керованості агрегату від зміни маси вантажу та запропоновані напрямки її покращення.

Вступ. У сільськогосподарському виробництві при виконанні технологічних операцій у землеробстві застосовуються, як правило, в основному тягові енергетичні засоби (трактори). Перехід від мобільних засобів механізації тягової концепції до засобів механізації тягово-приводної концепції не відкидає необхідність підвищення робочих швидкостей руху. Але при підвищенні швидкості руху зменшується здатність керованості і стійкості МТА.

Аналіз основних публікацій, досліджень. В умовах збільшених швидкостей та інтенсивності руху, а також істотного ускладнення функцій водія значно ускладнюється керування транспортним засобом. Крім того, використання транспортних агрегатів у різних ґрунтово-кліматичних умовах, часто по бездоріжжю, при зниженому зчепленні керованих коліс з ґрунтом, пов'язане з необхідністю значного зниження швидкості агрегату на увазі істотного погіршення стійкості прямолінійного і в ще більшому ступені криволінійного руху.

Вирішення питання в значній мірі залежить від поліпшення таких важливих експлуатаційних властивостей трактора як керованість і стійкість його руху. У зв'язку з цим останнім часом отримали першорядне значення дослідження, пов'язані з вивченням керованості і стійкості руху трактора, спрямовані на вишукування оптимальних параметрів його рульового управління, масово-геометричних параметрів, ходової системи, а також параметрів і режимів експлуатації транспортного агрегату в цілому.

Незважаючи на велику кількість робіт з дослідження керованості і стійкості машинно-тракторних агрегатів, ці властивості транспортних засобів продовжують залишатися в числі мало вивчених. Завдання ускладнюється ще й там, що на керованість і стійкість трактора впливає велика кількість важко прогнозованих факторів, пов'язаних як з його конструкцією, так і з різноманітністю режимів його роботи та умов експлуатації [1].

Керованість (сукупність експлуатаційних властивостей, які характеризують здатність трактора реалізувати задається впливом на органи управління напрямком руху) - комплексна властивість. У якісному відношенні воно характеризується керованістю, тобто відхиленням в результаті відведення від напрямку руху, що визначається положення керованих коліс [2, 3].

Мета дослідження. Метод оцінки керованості повнопривідного малогабаритного агрегату з шарнірно-зчленованою рамою.

Результати досліджень. Основними заходами, спрямованими на поліпшення тягових якостей і прохідності колісних тракторів є: збільшення зчіпної маси; застосування раціональних розмірів шин і рисунка протектора; встановлення оптимального тиску повітря в шинах; використання всіх коліс трактора в якості ведучих; раціональний розподіл по осях експлуатаційної маси; збільшення опорної поверхні та ефективності зачеплення ведучих коліс (додаткові пристрої); застосування активних причепів і робочих органів сільськогосподарських машин; блокування диференціалів провідних коліс [4, 5].

З вище зазначених одним з найбільш перспективних методів поліпшення тягових властивостей є використання активних причепів.

Застосування двопотокового приводу на ведучі колеса тягача і додатковий ведучий міст або привід ходових систем сільгоспмашин дозволяє істотно зменшити масу МТА, зменшити ущільнення ґрунту. Агрегати з системою розосередженого приводу конкурентоздатні по критерію мінімуму енерговитрат з агрегатами, що працюють в тяговому режимі. Потужність, яку слід реалізувати для приводу додаткових ведучих коліс, істотно збільшується із зростанням маси [6].

Проте при використанні повнопривідного малогабаритного агрегату, необхідно враховувати, що маса енергетичного модуля в декілька разів менша ніж споживача, це може суттєво погіршити керованість та зменшити ефективність його використання (рис. 1).

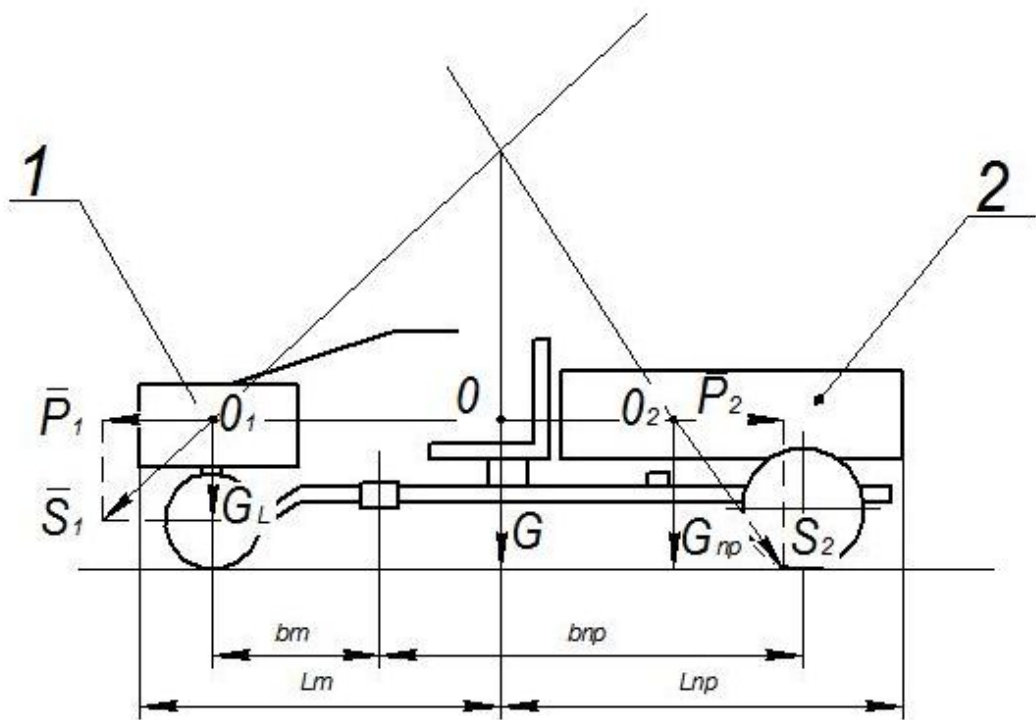


Рисунок 1. Схема малогабаритного агрегату:
1 – джерело енергії, 2 – споживач енергії

Також слід зазначити, що використання одноосного енергетичного модуля виключає багато недоліків, властивих класичним МТА: розвантаження переднього моста трактора – може вести до погіршення керованості трактора; особливості конструкції більшості тракторів не дозволяють реалізувати сідельну схему – маса вантажу обмежена через високе положення сидла; причіпний варіант – не здійснюється довантаження трактора.

Для оцінки керованості малогабаритного агрегату можливо застосовувати методи оцінки стійкості та керованості, що використовуються для повнопривідних тракторів з шарнірно-зчленованою рамою.

При оцінці керованості колісних тракторів має значення їх невисока швидкість і відсутність великого впливу перехідних процесів, пов'язаних з перекатом і натягом в бічному напрямку профілю шин при формуванні бічних реакцій коліс [7]. У даних умовах представляється можливою оцінка керованості для конкретних кутів повороту рульового і керованих коліс.

Наведені положення створюють необхідні і достатні передумови для формування методу об'єктивної кількісної оцінки керованості колісного трактора. Показник керованості [8] для загального випадку недостатньою, нейтральною і надмірної обертальності колісного трактора може бути представлений у вигляді:

$$S_t = 1 - |K_n - K_r| / K_n \quad (1)$$

де K_n и K_r — кривизна траєкторії руху трактора з нейтральною керованістю і дійсною, m^{-1} .

При нейтральній (ідеальній) повертаємості $S_t = 1$. У разі відсутності реакції на дії органів управління (найгіршою керованості) $S_t = 0$. Для оцінки керованості трактора з недостатньою повертаємостю, коли $K_n < K_r$, вираз (1) перетвориться до виду $S_t = K_r / K_n$. У разі надмірної обертальності, коли $K_n > K_r$, $S_t = (2K_n - K_r) / K_n$. Таким чином, в якості характеристики керованості пропонується використовувати залежність показника (1) від середнього кута повороту керованих коліс при здійсненні або моделюванні криволінійного руху трактора [8].

Для оцінки керованості агрегату при прямолінійному русі вводиться коефіцієнт керованості K_y [9]:

$$K_y = \frac{a_m}{b_m} \sqrt{\frac{G_m \frac{b_m}{L_m} + G_{np} \left[\frac{b_m \cdot c_{kp}}{L_m} - \frac{1 - \frac{b_{np}}{L_{np}}}{1 + f \frac{h_{np}}{L_{np}}} \left(1 - \frac{c_{kp}}{L_{np}} \right) f \frac{h_{np}}{L_m} \right]}{G_m \frac{a_m}{L_m} + G_{np} \left[\frac{b_m}{L_m} \left(1 - \frac{c_{kp}}{L_{np}} \right) + \frac{1 - \frac{b_{np}}{L_{np}}}{1 + f \frac{h_{np}}{L_{np}}} \left(1 - \frac{c_{kp}}{L_{np}} \right) f \frac{h_{np}}{L_m} \right]}}, \quad (2)$$

де h_{np} — висота центру мас споживача; b_m, b_{np} — відстані від задньої осі до проекції центра мас джерела енергії і споживача на горизонтальну площину, $a_m = L_m - b_m$; $G_m; G_{np}$ — маса джерела енергії і споживача з вантажем, c_{kp}, h_{kp} — координати точки шарнірного з'єднання джерела енергії і споживача, f — коефіцієнт опору коченню коліс.

Використовуючи залежність (2) будемо графік керованості агрегату (Рис. 2)

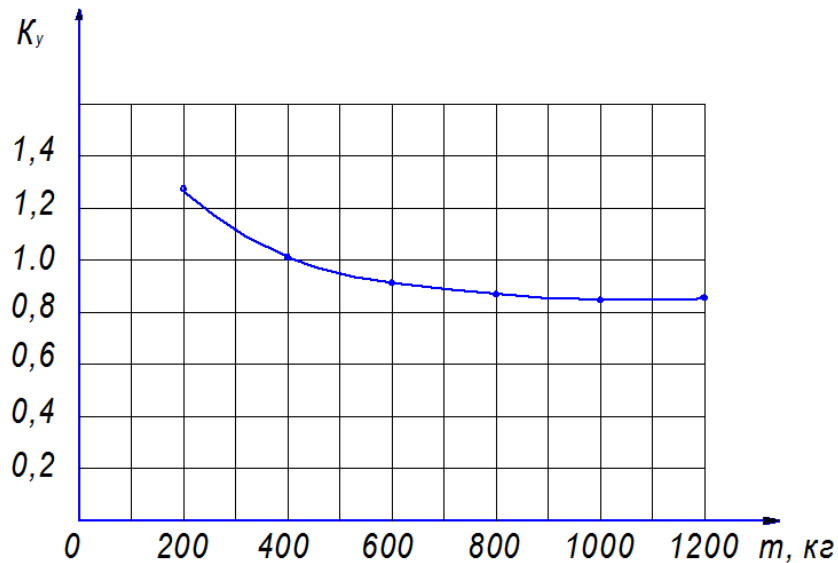


Рисунок 2. Графік керованості агрегату в залежності від маси вантажу

Аналізуючи графік потрібно відзначити що керованість зменшується пропорційно збільшенню маси вантажу та при досягненні сумарної маси причепа з вантажем 550 кг умова $K_y \geq 1$ не виконується. Для подальшого використання запропонованого транспортного агрегату потрібно встановити напрями покращення керованості.

Також можливо застосовувати стандартні методи експериментальної оцінки керованості, засновані на оцінці зусилля на органи рульового керування згідно до ГОСТ Р – 51961, при русі трактора по заданій траєкторії та встановленні часу проходження контрольних точок [10].

Висновок. При роботі агрегату в заданих ґрунтових умовах, маючи експериментальні дані щодо зміни тягово-зчіпних показників залежно від швидкості руху МТА, можна визначати керованість агрегату і оптимальну вагу вантажу. При аналізі транспортного агрегату встановлена необхідність покращення керованості, яку можливо досягли за рахунок довантаження енергетичного модуля та зміни швидкостей обертання коліс причепа при входженні в поворот.

Список літератури

1. Лубяной Н.Н., Обоснование путей совершенствования управляемости колесных тракторов с гидрообъемным рулевым управлением [Текст] / Лубяной Н.Н. // Диссертация. Москва, 1984.
2. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств [Текст] / Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. // М: Машиностроение, 1989.
3. Брянский Ю.А. Управляемость большегрузных автомобилей [Текст] / Брянский Ю.А. // М: Машиностроение, 1983.
4. Гуськов, В.В. Теория трактора [Текст] / В.В. Гуськов [и др.] — М. : Машиностроение, 1988. - 376 с.

5. Ormenisan, A.N. Using automatic control systems to increase dynamic performance and operating energy ploughing aggregates [Txt] / A.N. Ormenisan // Brasov, Romania. 5th International Conference "Computational Mechanics and Virtual Engineering". - 2013. – P. 405 – 409.
6. Макаренко М.Г. Підвищення тягових показників блочно-модульних тягово-приводних агрегатів / М.Г Макаренко, О.М. Макаренко, О. Г Григораш // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2014. Вип. 148 – С. 295 – 304.
7. Высоцкий М.С. Влияние привода ведущих колес на управляемость трактора [Текст] / Высоцкий М.С. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2007; №1.
8. Дубовик Д. А. Количественная оценка реакции АТС на управляющее воздействие водителя [Текст] / Дубовик Д. А. // Механика машин на пороге III тысячелетия. — Минск, 2000.
9. Міленін А.М. Енергозбереження тракторних агрегатів при збиранні коренеплодів цукрового буряка [Текст] / Міленін А.М. // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, 2007.
10. Иофинов С. А. Технология производства тракторных работ [Текст] / С. А. Иофинов. - М.; Л.: Сельхозгиз, 1959. - 231 с.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ АГРЕГАТОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ ГРУЗА

Колесник И.В., Шуляк М.Л., Шевченко И.А.

Рассмотрены методы оценки управляемости полноприводного транспортного агрегата с шарнирно-сочлененной рамой. Установлена зависимость управляемости агрегата от изменения массы груза и предложены направления ее улучшения.

Abstract

DEFINITION OF VEHICLE CONTROL UNIT, DEPENDING ON THE CHANGE IN MASS SHIPPING

I. Kolesnik, M. Shuljak, I. Shevchenko

The methods of evaluation of all-wheel drive vehicle handling unit with articulated. The dependence of control of the unit of the change of weight cargo and offered the directions of improvement.

Рецензент: д.т.н., професор Лебедев А.Т.