

- Н.Э. Фере. Изд. 2-е. - М.: Колос, 1978.- 256 с.
3. Кузнецов А.В., Кульчев М.А. Практикум по топливу и смазочным материалам. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
 4. Звіт про науково-дослідну роботу: Розробити комбіновані та високопродуктивні агрегати на базі орно-просапних тракторів ХТЗ-120/160 (проект 40.01-114) (заключний). – Якимівка, 2008. – 81 с.
-

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРА НА РАЗНЫХ ШИНАХ

Разработана методика сравнительных тяговых испытаний трактора на разных шинах. Представлены все расчетные формулы для построения тяговых характеристик.

Ключевые слова: трактор, борт, шина, крюковое усилие, буксование, тяговая характеристика.

SUBSTANTIATION OF METHODOLOGY OF COMPARATIVE TESTS OF TRACTOR ON DIFFERENT TIRES

Methodology of comparative pull tests of tractor is worked out on different tires. All calculation formulas are submitted for the construction of pull characteristics.

Key words: tractor, side, tire, hook effort, skidding, hauling description.

УДК 631.3.05

СТІЙКІСТЬ РУХУ ШИРОКОЗАХВАТНОГО МАШИННО- ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ В СИСТЕМІ КЕРОВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Р.В. Мельник, канд. техн. наук
ННЦ «ІМЕСГ»

Приведено методику та результати визначення курсової стійкості широкозахватного машинно-тракторного агрегату (ШМТА) у польових умовах.

Ключові слова: курсова стійкість, машинно-тракторний агрегат, навігаційні прилади, автоводіння.

Проблема. В останні роки глобальні супутникові навігаційні системи (ГНСС-GNSS) все більше застосовують в агротехнологіях для

© Р.В. Мельник.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 96. 2012.

розв'язку задач високоточної навігації. Стосовно реклами на продаж навігаційних приладів майже не існує обмежень на галузь їх застосування [1, 2].

Але незважаючи на постійне вдосконалення існуючих ГНСС (GPS, ГЛОНАСС) та перспективи розвитку нових навігаційних систем цього класу, що розгортаються (GALLIEO, Compas, Beidou), їх експлуатаційні характеристики, а саме: точність, безперервність, цілісність, надійність, покриття тощо залишаються незадовільними для сільськогосподарських користувачів за критеріями функціонування «у будь-якій точці, у будь-який час, у будь-яких умовах». Практичне порушення вимог систем керованого землеробства [3] обмежує конкретні зони застосування тому, що технології ГНСС космічного базування у чистому вигляді надсилаються з точністю 10-20 м у плані, що суттєво впливає на курсову стійкість руху ШМТА [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз проведених досліджень свідчить про відсутність у сучасних ринкових умовах даних, що стосуються існуючого обладнання, недостатньо визначено та обґрунтовано механіку руху ШМТА в системі керованого землеробства [6].

Питанням аналізу методики визначення стійкості руху МТА та моделювання динамічних систем, механізмів та приводів робочих органів присвячені праці відомих учених, як - от: А.Б. Лур'є, П.М. Василенка, В.Д. Шаповалова, І.С. Нагорського, Л.Ф. Ханка, Л.В. Погорілого, Д.Г. Войтюка, В.В. Брея, А.С. Кушнарьова, Б.Х. Драганова, М.Л. Крижачківського, В.М. Булгакова, Л.Г. Гром-Мазнічевського, В.М.Третьяка та інших.

Але всеодно вплив техніко-технологічних факторів, як і базових конструктивно-геометричних параметрів, на курсову стійкість руху ШМТА по полю визначені у багатьох з вищенаведених дослідженнях, які висвітлюють складність сучасної конструкції з великою кількістю з'єднань.

Мета досліджень. Мета експериментальних досліджень полягає у підтвердженні наявності факторів на результуючі параметри, які визначені в аналітичних дослідженнях.

Результати досліджень. Керованість та стійкість ШМТА на програмних траєкторіях руху по сільськогосподарському полі до цього часу незавершена. Продовжуються дискусії щодо функціональної залежності та факторів, які необхідно враховувати при синтезі закону управління ведучими колесами, параметри, які визначені в аналітич-

них дослідженнях:

- точність виконання агротехнологічних операцій роботи бортової навігаційної апаратури в польових умовах;
- курсова стійкість, як нормований рівень відхилення від заданого напрямку руху ШМТА;
- критична швидкість руху, що зумовлює стан нестійкості самого агрегату;
- рівні повздовжніх та поперечних коливань ШМТА під час руху по ґрунту дослідного поля;
- ефективність режимів роботи запропонованої системи ведення за заданим напрямком з двома GPS антенами, під'єднаними до одного прийомоіндикатора;
- показники стабільності руху, за умов використання оцінок, що характеризують ступінь відхилення та закон корегуючого управління ШМТА;

Відповідно до наведеної мети, порівняння ефективності роботи різних прийомоіндикаторів та виконання агротехнологічних операцій передбачає наступне:

Перед початком досліджень потрібно зафіксувати метеорологічні умови на той момент; визначити попередній стан поверхні поля (агрофон), а також кут нахилу поля; зафіксувати тиск у шинах ШМТА; перевірити керованість трактора.

Безпосередньо під час досліджень визначаємо: курсову стійкість ШМТА (відхилення від заданого напрямку) під час виконання агротехнологічної операції; час на стабілізацію руху ШМТА на гоні за умов відхилення; критичну швидкість (стійкості руху самого агрегату) в залежності від кількості витратних матеріалів та нахилу кута поля; фіксуємо повздовжні та поперечні коливання ШМТА на гоні; визначаємо точність місцезнаходження ШМТА за показниками прийомоіндикатора в контурі ручного управління; ширину перекриття; порівнюємо роботу декількох систем автоводіння; виконуємо статистичну обробку отриманих результатів експериментальних досліджень.

Розроблені засоби автоводіння система «Сула А» (рис. 1) призначені для покращення виконання агротехнологічних операцій шляхом реалізації наступних процесів:

- прийому, обробки і реєстрування інформації про рух сільськогосподарських агрегатів за заданими гонами при проведенні агротехнологічних робіт у полі;



Рис. 1. Прийомоіндикатор «Сула-А»

- визначення управляючих сигналів, що надходять в систему керування трактором.
- Система узгоджується із засобами управління основними агротехнологічними операціями (сівба, внесення добрив, обприскування).
- Система «Сула А» складається з приладу управління, що включає перетворювач сигналів управління в аналогову форму, та електроблока виконавчого (для стиковки з робочими органами сільгоспмашини – за призначенням).
- До приладу управління входить GPS-приймач навігаційних сигналів та бортовий комп'ютер, які одночасно забезпечують виконання агротехнологічних операцій з урахуванням наступних завдань:
 - ручне та автоматизоване (з електронного носія – агротехнологічної електронної карти – АТЕК) введення параметрів агротехнологічного завдання;
 - встановлення режимів та робочих параметрів згідно агротехнологічного завдання;
 - контроль за виконанням завдання, автоматичне виключення виконавчих механізмів за межами поля та при значних відхиленнях параметрів від заданих;

- стабілізацію норми внесення при зміні швидкості руху (до 20 %);
- контроль робочого часу обробленої площі, запасу робочої речовини, процесу виконання завдання, реєстрацію і запис даних про результати роботи.

Технічні характеристики системи автоводіння визначають необхідність участі механізатора в технологічному процесі управління для продуктивного, економічного та якісного проведення цих операцій у полі шляхом вирішення проблем, які можуть виникати при появі нештатних ситуацій щодо руху та параметрів роботи МТА.

Агротехнологічні допуски на ступінь відхилень на полі не порушуються за умов забезпечення стійкості руху вздовж програмного маршруту транспортної та агротехнологічної роботи ШМТА на полі. Стійкість руху забезпечується без спеціальних засобів лише при значеннях кута бічного поперечного нахилу ШМТА $\delta < 40^\circ$ та амплітуди віброколиваний трактора.

Встановлено, що найбільш істотний вплив на величину незрівноваженої поперечної сили дії ґрунту на колеса має кут нахилу в локальній ділянці рельєфу поля.

В результаті проведення полігонних досліджень на тракторі ХТЗ - 3510 з прийомоіндикатором німецької фірми Agrokom Outbek S2 отримано результати якості роботи прийомоіндикатора в плані точності ведення в режимі паралельного водіння та з GPS приймачем у ноутбучі (рис. 2). Дослідження проводилися згідно вищенаведеної методики.

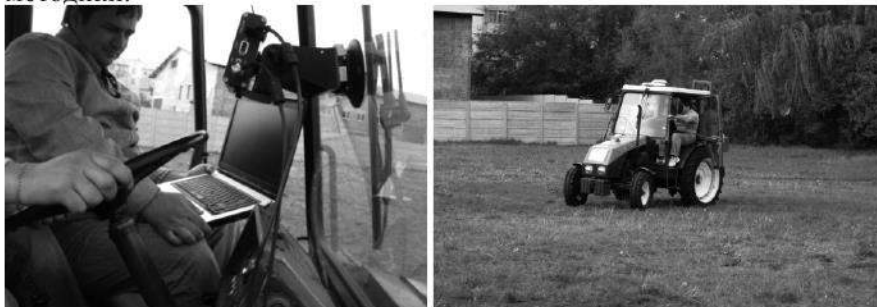
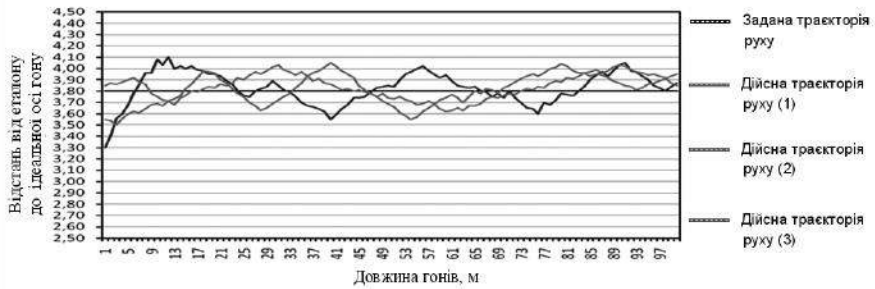
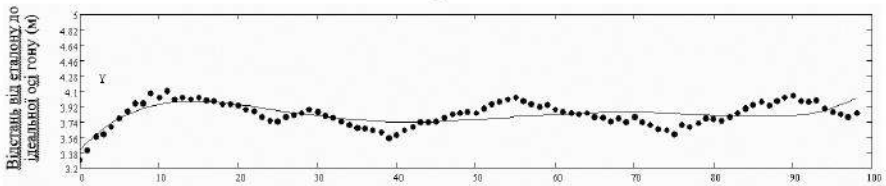


Рис. 2. Ведення за заданим напрямком з допомогою АТЕК

Отримані статистичні дані прямолінійності руху на трьох гонах представлені на рисунках 3 і 4.



а



б

Рис. 3. Статистичні дані з отриманих результатів (а – графіки руху на трьох гонах; б – регресивний аналіз одного гону)

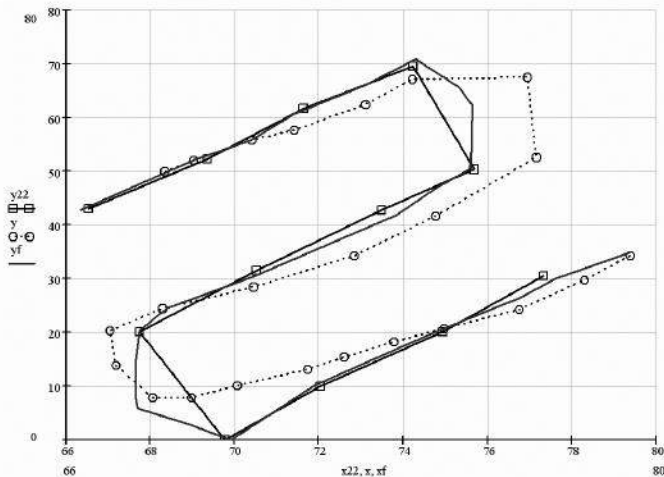


Рис. 4. Результати моделювання статистичної обробки даних GPS: — задані гони, реальна траєкторія МТА, — траєкторія МТА при автоводінні за даними моделювання

Отримано результати якості роботи прийомоіндикатора в плані точності ведення в режимі паралельного водіння та з GPS приймачем у ноутбучі.

Складені рівняння регресії, що описують траєкторію руху трактора на гоні:

$$F1(a)=5,84 \cdot 10^{-9} \cdot a^5 + -1,539 \cdot 10^{-6} \cdot a^4 + 1,478 \cdot 10^{-4} \cdot a^3 + -6,187 \cdot 10^{-3} \cdot a^2 + 0,103 \cdot a + 3,399;$$

$$F2(a) = -2,89 \cdot 10^{-9} \cdot a^5 + 6,481 \cdot 10^{-7} \cdot a^4 + -4,988 \cdot 10^{-5} \cdot a^3 + 1,571 \cdot 10^{-3} \cdot a^2 + -0,02 \cdot a + 3,898;$$

$$F3(a) = -5,07 \cdot 10^{-9} \cdot a^5 + 1,115 \cdot 10^{-6} \cdot a^4 + -7,868 \cdot 10^{-5} \cdot a^3 + 1,742 \cdot 10^{-3} \cdot a^2 + 6,078 \cdot 10^{-3} \cdot a + 3,523,$$

де F – значення параметра траєкторії руху на гоні; a – змінна, що характеризує пройдений шлях по довжині гону.

Висновки. У результаті досліджень розроблено методику проведення досліджень курсової стійкості, якості та ефективності системи автоводіння ШМТА в умовах дії змінних факторів землеробства, визначені умови синергетичної взаємодії узагальненої багаторівневої структури САВ в умовах невизначеної дії поточних факторів впливу неоднорідності ґрунту та фону поля під час руху ШМТА.

Результати досліджень дозволяють зробити наступні висновки: точність ведення на твердому ґрунті і коротких гонах (150 м) при використанні прийомоіндикатора Outbek S2 за заданим напрямком складала в середньому 0,5 м, при кількості в зоні робочих супутників 5-6; також для трактора з малою масою ускладнюється процес стабілізації його руху на прямолінійному гоні через твердий ґрунт; робота приймача в ноутбучі з агротехнологічною електронною картою завдання давала похибку для прямолінійного ведення близько 2 м.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П., Иванцев Н.В. и др.; / Сетевые спутниковые радионавигационные системы [под ред. Шебшаевича В.С.], – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1993. – 408 с.*
2. *Л.В. Аніскевич, В.І. Адамчук. / Технології точного землеробства // Науковий вісник Національного аграрного університету/. К., 2006. – Вип.101. – С.8-27.*
3. *Г.Л. Баранов, В.І. Кравчук, А.В. Цулая, Р.В. Мельник. / Комплекс навігації та зв'язку для управління за технологією керованого землеробства у вирощуванні польових культур // Гідротехнології,*

- навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки. НТУУ «КПІ» 2007. – 250 с.
4. Р.В. Мельник. Параметри забезпечення ефективності застосування широкозахватних машинно-тракторних агрегатів у керованому землеробстві // ННЦ «ІМЕСГ», міжвід. темат. наук. зб. Механізація та електрифікація сільського господарства. –2008. –Вип. 92. – С. 541-547.
 5. Г.Л. Баранов, Р.В. Мельник / Точність систем автоводіння широкозахватних машинно-тракторних агрегатів за умов реалізації агротехнологій вирощування рослинницької продукції / // Збірник наукових праць УкрНДІПВТ, 2008 – С. 117-127.
 6. Г.Л. Баранов, А.М. Носовський, Р.В. Мельник./ Обґрунтування навігаційних параметрів для стабілізації руху на програмних траєкторіях керованих транспортних засобів // «Системи управління, навігації та зв'язку», ДП «ЦНДІ НіУ ».2010. –Вип. 2 (14). – С. 92-98.

УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ШИРОКОЗАХВАТНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЯЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Приведена методика и результаты определения курсовой устойчивости широкозахватного машинно-тракторного агрегата (ШМТА) в полевых условиях.

Ключевые слова: *курсая устойчивость, машинно-тракторный агрегат, навигационные приборы, автовождение.*

STABILITY MOVEMENT WIDE-MACHINE SYSTEM IN ТРАКТОРНЫНАГРЕГАТОВ УПРАВЛЯЕМОНО ZEMLEDELYYA

The method and results of determination Stability wide-machine-tractor unit (SHMTA) in the field

Key words: *exchange rate stability, machine and tractor unit, navigation devices, auto driving.*