

- посібник / Я. Ю. Білоконь, А. І. Окоча. – Ніжин: ВКП "Аспект", 1999. – 263 с.
15. Погорелый Л. В. Инженерные методы испытания сельскохозяйственных машин / Л. В. Погорелый. – К.: Техніка, 1981. – 175 с.
 16. Claas Xerion 2500. Проспект фирмы Claas. – 18 с.
 17. Fendt Xylon. Проспект фирмы Fendt. – 16 с.
 18. Погорелый Л. Модульно-блочные уборочно-транспортные машины нового поколения. Развитие конструкций и концепция разработки универсальных энергосредств и комплексов машин [Текст] / Л. Погорелый, С. Коваль, В. Шуринов, В. Саенко // Техніка АПК. Науково-технічний журнал. - 1999. – №1. - С. 6-9.
 19. Жук З. Я. Техническое оборудование для специализированных агрокомплексов Будущего [Текст] / З. Я. Жук, Ю. А. Кругляков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1985. – №4. - С. 3-6.
 20. Репетов А. Какой агрегат выгоднее? / Репетов А. // Сельский механизатор. - №2. – 1987. - С. 10.
 21. Масло І. Обґрунтування технологій збирання зернових і структури парку зернозбиральних комбайнів [Текст] / І. Масло, М. Грицишин, М. Босий // Техніка АПК. Науково-технічний журнал. - 1999. – №4. - С. 8-9.
 22. Гуменюк Я. Ефективність використання малопотужних і надпотужних машин та агрегатів в аграрному виробництві України [Текст] / Я. Гуменюк, П. Коваленко, М. Кононенко // Техніка АПК. Науково-технічний журнал. - 1998. – №4. – С. 18-19.

Andrej Pankov, Assos. Prof., PhD tech. sci., applicant

Kirovograd national technical University, Kirovohrad, Ukraine

The relevance and prospects of creation of modular machines for growing crops

The reduction in specific energy and metal consumption of machines due to accelerated development and the creation of new technical means.

In the article the questions of increasing the universality of technical means to reduce costs for growing grain crops. It is suggested that the transition to modular machines traction-energy policy changes and improvement of the classical layout schemes and systems of aggregation and the application of new working organs and systems for modular machines.

New constructions of agricultural machines will ensure the reduction of energy and capital intensity by 30-40% and increase working time technical facilities throughout the year.

tractor, farm machinery, layout, versatility, modularity, cost

Одержано 17.11.15

УДК 631.37

В.М. Масалабов , асист.

*Таврійський державний агротехнологічний університет, м.Мелітополь, Україна,
imesh@zp.ukrtel.net*

До методики експериментального визначення показника режиму повороту машинно-тракторного агрегату

У статті наведено методику визначення показника режиму повороту машинно-тракторного агрегату у складі універсально-просапного трактора тягового класу 1,4, двох причіпних сівалок СЗ-3,6 і нової напівнавісної зчіпки.

машинно-тракторний агрегат, зчіпка, поворот, кінематична ширина, поворотна смуга

В.М. Масалабов , асист.

Таврический государственный агротехнологический университет, г.Мелитополь, Украина

К методике экспериментального определения показателя режима поворота машинно-тракторного агрегата

В статье приведена методика определения показателя режима поворота машинно-тракторного агрегата в составе универсально-пропашного трактора тягового класса 1,4, двух прицепных сеялок СЗ-3,6 и новой полунавесной сцепки.

машинно-тракторный агрегат, сцепка, поворот, кинематическая ширина, поворотная полоса

Постановка проблеми. Проблема зменшення невиробничих витрат часу зміни тим чи іншим машинно-тракторним агрегатом (МТА) була і нині залишається однією із найбільш актуальних. Узагальнення науково-практичного досвіду показує, що ефективно її рішення можливе тільки за умови правильного вибору параметрів і режимів роботи МТА, особливо це стосується його руху на поворотній смузі, де втрати виробничого часу можуть сягати 40%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначальний вклад в теорію та практику цього питання внесли Іофінов С.А., Фере М.Е., Фаробін А.Я., Пашедко Л.Т., Родічев В.А., Надикто В.Т., Черепухін В.Д., Бубнов В.З., Міценко А.А. [1 – 5].

Водночас, розроблені ними теоретичні залежності і отримані практичні результати не можна використати для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів розробленого нами посівного машинно-тракторного агрегату у складі універсально-просапного трактора тягового класу 1,4 (МТЗ-80), двох сівалок СЗ-3,6 і напівнавісної зчіпки [1 – 3].

В першу чергу тому, що таке її конструктивне виконання не розглядалося у дослідженнях та не мало місця в експлуатації техніки.

По-друге, запропоновані вищезгаданими дослідниками показники режиму повороту МТА не відображають у достатній мірі зв'язок його конструктивних параметрів з режимом руху на поворотній смузі. В результаті це не дає можливості досягти суттєвого підвищення техніко-економічних показників роботи посівного агрегату.

Постановка завдання. Спроба пошуку нового науково-обґрунтованого показника режиму повороту агрегату з напівнавісною зчіпкою, направленою на усунення вказаних недоліків, є основою метою даної роботи.

Виклад основного матеріалу. Рух машинно-тракторного агрегату з оптимальним радіусом повороту можливий тоді, коли показник режиму цього маневру (K_p) відповідним чином пов'язує між собою конструктивні і кінематичні параметри машинно-тракторного агрегату [3]:

$$K_p = \frac{V_n}{\omega} = 2 \cdot [l_T / \operatorname{tg} \varphi_3 - l_{CH} / \sin \varphi_3 - l_{CC} / 2] \cdot \varepsilon_{\max} / L, \quad (1)$$

де $\varphi_3 = 90 - \arccos[(l_{CH} - r_k)/R_1]$;

V_n – швидкість руху агрегату на поворотній смузі, м/с;

ω – середня кутова швидкість повороту керованих коліс трактора, рад/с;

l_T – відстань від осі задніх коліс трактора до рами зчіпки, м;

l_{CH} – довжина снічі сівалки, м;

l_{CC} – фронт зчіпки, м; r_k – радіус колеса сівалки, м;

R_1 – відстань від правого колеса сівалки до точки її приєднання до подовжувача зчіпки [2], м;

$\varepsilon_{\max}$ – максимальний кут повороту агрегату у момент завершення ним «входження у поворот», рад;

L – база трактора, м.

Кінематичні параметри агрегату – це, як впливає із виразу (1), – швидкість його руху на поворотній смузі V_n і кутова швидкість повороту керованих коліс енергетичного засобу ω .

На час проведення експериментальних досліджень конструктивні параметри, що входять до виразу (1), були такими: $l_T = 1,04$ м; $l_{CH} = 2,15$ м; $l_{CQ} = 3,6$ м; $L = 2,37$ м; $r_K = 0,59$ м; $R_1 = 2,52$ м; $\varepsilon_{\max} = \pi/2$ – для петльових поворотів; $\varepsilon_{\max} = \pi/4$ – для безпетльових поворотів посівного агрегату.

Підставивши ці значення у (1), встановлюємо, що дійсне значення показника режиму повороту даного машинно-тракторного агрегату дорівнює:

- при здійсненні петльового повороту – 11,9 м/рад;
- при здійсненні безпетльового повороту – 5,9 м/рад.

Водночас, як було встановлено в процесі математичного моделювання [2], при віддаленні рами зчипки від осі задніх коліс трактора на відстань $l_T = 1,95$ м, дійсне значення показника режиму повороту машинно-тракторного агрегату може дорівнювати оптимальному $K_{\text{опт}} = 11,4$ м/рад.

Рух дослідного посівного двомашинного МТА здійснювали на поворотній смузі, ширину якої (En) для кожного із двох аналізованих видів повороту (безпетльового та петльового) знаходили із виразу:

$$En = \text{Int} (En_{\min}/Bp) \cdot Bp, \quad (2)$$

де $En_{\min}$ – мінімальна ширина поворотної смуги, м;

Bp – робоча ширина захвату МТА, м.

Мінімальну ширину поворотної смуги визначали так [4]:

- для безпетльового повороту

$$E_{\min} = R_y + E + d_K;$$

- для петльового повороту:

$$E_{\min} = 2,7 \cdot R_y + E + d_K.$$

У цих формулах прийнято такі позначення:

R_y – умовний радіус повороту. Згідно із визначенням [5], це такий радіус, з яким МТА здійснював би маневр виключно по колу, тобто без наявності перехідних ділянок входження агрегату у поворот і виходу із нього;

E і d_K – довжина виїзду та кінематична ширина машинно-тракторного агрегату.

На практиці під довжиною виїзду МТА (E) мають на увазі прямолінійний шлях на поворотній смузі, який проходить кінематичний центр агрегату (т. А, рис. 1) до того моменту, коли останній ряд робочих органів його машини (або машин) вийде на контрольну лінію.

Суть кінематичної ширину агрегату зрозуміла із рис. 1. Для несиметричних агрегатів вона, певна річ, різна. У даному випадку з достатньою для практики точністю, можна прийняти, що цей параметр дорівнює ширині захвату сівалки. Тобто $d_K = 3,6$ м.

Що стосується величини E , то для даного машинно-тракторного агрегату вона дорівнює 5,95 м.

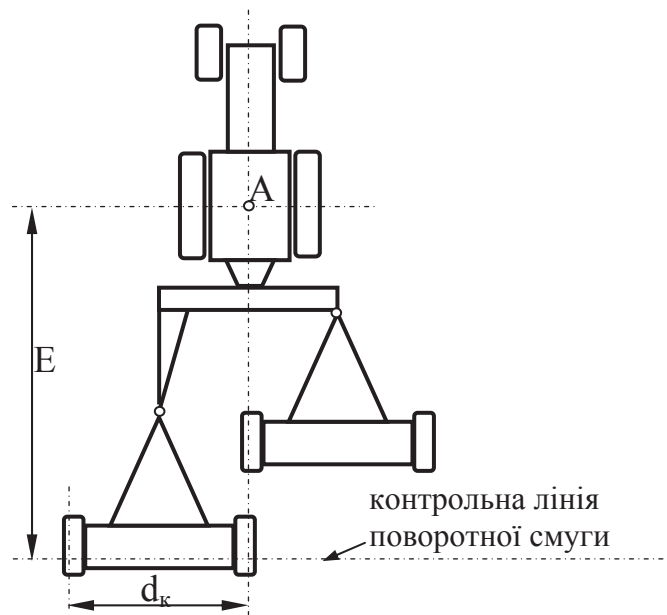


Рисунок 1 – Схема для визначення кінематичних параметрів двомашинного посівного МТА

За визначенням [5] умовний радіус повороту агрегату R_y можна виразити так:

$$R_y = Ra_{\min} + \frac{K_{II} \cdot L}{\pi \cdot Ra_{\min}}.$$

Проте, оскільки

$$Ra_{\min} = \sqrt{\frac{K_{II} \cdot L}{2 \cdot \varepsilon_{\max}}}, \text{ то}$$

$$R_y = \sqrt{\frac{K_{II} \cdot L}{2 \cdot \varepsilon_{\max}}} + \frac{K_{II} \cdot L}{\sqrt{\frac{K_{II} \cdot L}{2 \cdot \varepsilon_{\max}}}}.$$

З урахуванням конкретного значення величини $\varepsilon_{\max}$ маємо:

- для безпетльового повороту

$$E_{\min} = R_y + E + d_k;$$

$$R_y = \sqrt{\frac{2 \cdot K_{II} \cdot L}{\pi}} + \frac{K_{II} \cdot L}{\sqrt{\frac{2 \cdot K_{II} \cdot L}{\pi}}}.$$

- для петльового повороту:

$$E_{\min} = 2,7 \cdot R_y + E + d_k;$$

$$R_y = \sqrt{\frac{K_{II} \cdot L}{\pi}} + \frac{K_{II} \cdot L}{\sqrt{\frac{K_{II} \cdot L}{\pi}}}.$$

Після проведення відповідних розрахунків було встановлено, що для безпетльового способу повороту $E_{\min} = 16,15$ м, а для петльового $E_{\min} = 27,37$ м.

З урахуванням виразу (2) і того, що $Bp = 7,2$ м, остаточно маємо:

- для безпетльового повороту:

$$En = \text{Int}(16,15/7,2) = 21,60 \text{ м};$$

- для петльового повороту:

$$En = \text{Int}(27,37/7,2) = 28,80 \text{ м.}$$

Саме на смугах такої ширини в процесі реальної експлуатації і повинен здійснювати повороти дослідний МТА.

Проте, в умовах експериментальних досліджень маневрування агрегату спочатку здійснювали на смугах, ширина кожної із яких дорівнювала E_{min} . Тільки за цієї умови можна відслідкувати вплив на процес повороту показника його режиму. Особливо при виконанні безпетльового повороту.

Аби упевнитися у цьому, розглянемо розрахункові і дійсні значення ширини кожної поворотної смуги. Для безпетльового повороту різниця між $En = 28,80 \text{ м}$ і $E_{min} = 27,37 \text{ м}$ становить всього $1,43 \text{ м}$. Водночас, для безпетльового повороту маємо $En - E_{min} = 21,60 - 16,15 = 5,45 \text{ м}$. При цьому можна передбачати, що динаміка процесу повороту дослідного МТА на смузі шириною $16,15 \text{ м}$ може суттєво відрізнятись від характеру цього процесу на смузі шириною, більшою на $5,45 \text{ м}$.

Як виявилось під час експериментальних досліджень, здійснення петльового (грушоподібного) повороту дослідним агрегатом відбувалося з середньою швидкістю $V_n = 1,88 \text{ м/с}$. Середнє значення кутової швидкості повороту керованих коліс трактора (ω) становила при цьому $\omega = 0,155 \text{ рад/с}$.

В результаті двомашинний посівний агрегат здійснював поворот, дійсна значина показника режиму якого була $1,88 \text{ (м/с)}/0,155 \text{ (рад/с)} = 12,1 \text{ м/рад}$. Це лише на $1,7\%$ більше за розрахункове значення величини K_p , яке для даного виду повороту даним МТА становить $11,9 \text{ м/рад}$. Навіть по відношенню до оптимального ($11,4 \text{ м/рад}$) дійсне значення показника режиму повороту більша всього на $6,1\%$.

Інша справа виявилася при здійсненні безпетльового повороту. В цьому випадку фази входу агрегату в поворот і виходу із нього є більш короткими, ніж при петльовому маневрі. Із-за цього, а також із-за меншої ширини поворотної смуги механізатор повинен за однієї і тієї ж швидкості переміщення МТА більш інтенсивно впливати на кермо трактора, що, в кінцевому рахунку, і обумовлює більш низьку значину показника режиму повороту агрегату – K_n .

Так, в умовах досліду за швидкості руху МТА на повороті $V_n = 1,90 \text{ м/с}$ величина кутової швидкості обертання керма під час входження агрегату у поворот і виходу із нього становила $0,30 \text{ рад/с}$. Лише такий режим зміни керуючого впливу дозволив вписатися в поворотну смугу шириною $16,15 \text{ м}$. Це обумовило здійснення маневру з показником режиму $K_n = 6,3 \text{ м/рад}$. У порівнянні з розрахунковим ($5,9 \text{ м/рад}$) він більший на $6,8\%$. Водночас, по відношенню до оптимальної дійсне значення показника K_p становить лише $55,3\%$. Тобто майже вдвічі менша.

Слід сказати, що дійсне значення кутової швидкості повороту керованих коліс трактора ($0,30 \text{ рад/с}$) було на 36% більше за рекомендовану ($0,22 \text{ рад/с}$). Проте, в іншому випадку, тобто при зменшенні величини ω , вписатися у ширину поворотної смуги $16,15 \text{ м}$ не вдалося. Звідси випливає, що зменшити значення кутової швидкості повороту керованих коліс трактора ω до такого рівня, аби забезпечити виконання безпетльового повороту з оптимальним значенням показника режиму K_n , – на практиці немає можливості.

Не можна практично досягти цього і в тому випадку, якщо віддалити раму зчіпки від осі задніх коліс трактора, тобто збільшити величину параметра l_T . Справа в тому, що згідно з результатами математичного моделювання [2], зростання значення цього параметра дозволяє зменшити радіус повороту МТА. Але тільки до тих пір, поки не будуть порушені умови маневру машинно-тракторного агрегату.

В нашому випадку це актуально для лівостороннього повороту МТА, при якому кут φ_3 , а значить і радіус повороту агрегату R_a , можна зменшувати до тих пір, поки не виникне загроза контакту лівого колеса лівої сівалки з рамою зчіпки. Іншими словами,

поки можна збільшувати кут повороту лівої сівалки φ_3 , до тих пір збільшення параметру l_T (в певних межах, відповідно) сприятиме зменшенню величини радіусу повороту МТА R_a .

При досягненні максимально можливих значень кутів α (кут повороту керованих коліс трактора, рад) і φ_3 отримаємо мінімальне значення радіусу повороту МТА – $R_{a\min}$. Після цього подальше віддалення рами сівалки від трактора (збільшення l_T) викликатиме, як випливає із виразу (1), зростання показника режиму повороту K_n .

Таким чином, виконання безпетльових поворотів досліджуваний машинно-тракторного агрегат може здійснювати з показником режиму, який майже вдвічі більший за оптимальне значення. Але ж це тільки тоді, коли б дійсна ширина поворотної смуги (E_p) дорівнювала б мінімально потрібній ($E_{\min}$).

В реальних умовах експлуатації виявилось, що за дійсної, розрахованої вище, ширини поворотної смуги в 21,60 м дослідний машинно-тракторний агрегат навіть безпетльовий спосіб повороту може здійснювати з показником режиму, близьким до оптимального. Так, під час маневру МТА на смузі вказаної ширини зі швидкістю 1,92 м/с кутова швидкість повороту керованих коліс трактора склала 0,185 рад/с. Дійсне значення показника K_p дорівнювало при цьому 10,4 м/рад, що лише на 8,7% менше за оптимальне (11,4 м/рад). Машинно-тракторний агрегат при виконанні маневру, тобто безпетльового повороту, повністю вписувався в ширину поворотної смуги, значина якої становила 21,60 м.

З викладеного вище аналізу випливає, що практичної потреби у збільшенні відстані між рамою напівнавісної зчіпки і віссю задніх коліс трактора (параметр l_T) немає. По-перше, таке рішення певною мірою ускладнює конструкцію машинно-тракторного агрегату. По-друге, з одного боку збільшення величини l_T обумовлює зменшення радіусу повороту МТА, а з другого призводить до зростання довжини його виїзду на поворотній смузі. В результаті час здійснення маневру може при цьому залишитися практично таким же.

Висновки. Під час експлуатації розробленого нового двомашинного агрегату слід враховувати наступне:

- 1) петльові («грушоподібні») повороти даний МТА може здійснювати в режимі, показник якого близький до оптимального;
- 2) при здійсненні агрегатом безпетльового повороту фази його входу в поворот і виходу із нього є більш короткими, ніж при петльовому маневрі. Із-за цього, а також із-за меншої ширини поворотної смуги механізатор повинен за однієї і тієї ж швидкості переміщення МТА більш інтенсивно впливати на кермо трактора;
- 3) зменшити значення кутової швидкості повороту керованих коліс трактора ω до такого рівня, аби забезпечити виконання безпетльового повороту двомашинного посівного агрегату з оптимальним значенням показника режиму K_p , – на практиці немає можливості.

Список літератури

1. Надикто В.Т. Напівнавісна двомашинна зчіпка [Текст] / В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев, А.М. Аюбов, В.М. Масалатов. – Збірник наукових праць ТДАТУ. – Мелітополь, 2009. – Вип. 9, т.3. – С.137 – 143.
2. Масалатов В.М. Дослідження динамічної поворотності двомашинного МТА [Текст] / В.М. Масалатов, В.Т. Надикто // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь:ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, т.3. – С.15 – 26.
3. Масалатов В.М. Визначення показника режиму поворотності двомашинного посівного МТА [Текст] / В.М. Масалатов // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, т.5. – С.3 – 7.

4. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка [Текст] / С.А. Иофинов С.А., Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев – М.: Агропромиздат, 1986. – 272 с.
5. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] /С.А. Иофинов. – М.: Колос, 1974. – 480 с.

Vasil Masalabov, assist.

Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

A method of experimental determination rotation mode indicator machine-tractor unit

The aim of this paper is to develop a methodology for identifying target mode of motion in turning a strip of machine-tractor unit, which consists of universally-till tractors of drawbar category 1.4, two trailed seeders C3-3.6 and the new semi-mounted coupling.

Experimental research found that implementation of the loop rotate researched unit occurred with average speed $V_p = 1.88$ m/s. The average value of the angular velocity of steering the tractor is equal while $\omega = 0.155$ rad/s. As a result of the planting Unit carried out the rotate, the actual value of which mode (K_n) was 1.88 (m/s)/ 0.155 (rad/s) = 12.1 m/rad. This is only a 1.7% increase over the estimated value of the K_n , which for this type of turning the new aggregate is 11.9 m/rad. Even in relation to the optimal (11.4 m/rad) the actual value of the rotation mode was at 6.1%. In carrying out no-loop turns under experimental conditions with speed of the AIT on a turning lane ($V_p = 1.90$ m/s value of the angular velocity of the rotation of the steering wheel of the tractor during the occurrence unit in turn and exit amounted to 0.30 rad/s. Only this mode change control action allowed the unit to fit into the turn lane width of 16.15 m. This led to the implementation of the maneuver indicator mode $K_n = 6.3$ m/rad. In comparison with a calculation (5.9 m/rad) he more at 6.8%. At the same time, the relative optimal valid value K_n is 55.3%.

As a result, when organization work of the planting unit should take into account that the loop turns it can perform almost optimally. When implementing unit rotation operator no-loop should more intensely affect steering wheel tractor. Reduction of the angular velocity of steering the tractor to a level, ensure that no-loop rotation planting unit with optimum rotation mode value, almost impossible.

tractor unit, coupling, turn, kinematic width, rotating band

Одержано 20.10.15

УДК 631.635

О.М. Лівіцький, здобувач

Кіровоградський національний технічний університет, м.Кіровоград, Україна

Системний підхід до аналізу та вирішення проблеми технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки

Однією з важливих проблем вітчизняних підприємств є підвищення експлуатаційної надійності автотракторного парку. Для вирішення даної проблеми було запропоновано використання системного аналізу, який дає змогу розглядати експлуатацію автотракторного парку, як ерготичну систему, що дає змогу розбити та аналізувати показники експлуатації як ієрархічну систему.

системний аналіз, автотракторна техніка, експлуатаційні показники, ерготична система

А. Н. Ливичкий, соискатель

Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград, Украина

Системный подход к анализу и решению проблемы технической эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники