

**Рябошапка В.Б.**

к.т.н., старший викладач

Жарський М.М.

магістрант

Жарський Р.М.

магістрант

**Вінницький національний
аграрний університет****Ryaboshapka V.**Candidate of Technical Sciences,
Senior Lecturer**Zharskyi M.**

Master

Zharskyi R.

Master

**Vinnitsia National Agrarian
University****УДК 631.372****DOI: 10.37128/2306-8744-2023-4-10****ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИЧІПНИХ
ГРУНТООБРОБНИХ МАШИНИХ
АГРЕГАТІВ**

В дані роботі розглядаються питання, що присвячені підвищенню стійкості руху машинних агрегатів. Маневреність – це теж один із найважливіших аспектів, що стосується машинних агрегатів, особливо причіпних. Результати проведених в статті досліджень дозволяють віднайти один зі шляхів підвищення продуктивності причіпних машинних агрегатів, зниження експлуатаційних витрат та підвищення якості сільськогосподарських робіт. Для підвищення продуктивності і ефективності використання машинних агрегатів, потрібно збільшувати робочі швидкості, ширину захвату, раціонально використовувати сільськогосподарські машини, що входять у склад машинних агрегатів. Результатом поліпшення цих показників можуть бути: зниженні експлуатаційні витрати для виконання механізованих робіт, зменшенні металоємність процесу створення машин, скорочення термінів виконання робіт. Коротко розглянуто сучасний стан проблеми, обґрунтовано актуальність дослідження, сформульовано мету роботи, представлені основні теоретичні положення роботи машинно-тракторних агрегатів. Проведено огляд наукових праць з окресленої проблематики, проаналізовано переваги та недоліки застосування комбінованих причіпних ґрунтообробних машин, позначені проблеми, що виникають при використанні причіпних машинно-тракторних агрегатів, намічені завдання та шляхи поліпшення стійкості прямолінійного руху та маневреності причіпних машинно-тракторних агрегатів, а також розглянуто різні критерії оцінки їхньої стійкості прямолінійного руху та маневреності. Розглянуті основні параметри, що впливають на стійкість і маневреність машинних агрегатів, а особливо комбінованих. Описано конструкцію тягово-зчіпного пристрою, що підвищує показники стійкості руху та маневреності причіпних машинно-тракторних агрегатів, виконано кінематичний аналіз роботи запропонованого тягово-зчіпного пристрою. Розглянуто теоретичне обґрунтування проблеми стійкості ґрунтообробних машинних агрегатів, яка полягає у виникненні зовнішніх збурень від реакції ґрунтового середовища на робочі органи, і в наслідок цього, відхилення причіпних машин від прямолінійного руху. Це відхилення зрештою стабілізується за рахунок тягового зусилля і знову виникає з протилежним знаком, внаслідок чого виникають коливальні процеси, що описуються законами вібрації. Саме для погашення таких відхилень спроектовано спеціальну конструкцію тягово-зчіпного пристрою, чим і забезпечується стійкість агрегату і зрештою, підвищення його ефективності.

Ключові слова: машинний агрегат, причіпні ланки, експеримент, експлуатація, розворот, маневреність, трактор, ґрунтообробний агрегат, тягово-зчіпний пристрій.



Проблема, актуальність та постановка задачі. Найбільш суттєвими чинниками розвитку сільського господарства є збільшення об'ємів виробництва та підвищення якості вирощеної продукції. Не аби яке значення мають підвищення продуктивності та ефективності роботи машинних агрегатів. Це досягається, в основному через оптимізацію конструктивних та експлуатаційних параметрів таких агрегатів.

Метою даного дослідження є підвищення ефективності застосування причіпних ґрунтообробних машинних агрегатів завдяки підвищенню показників їх стійкості та маневреності.

Для досягнення мети поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан і перспективи подальших досліджень маневреності машинно-тракторних агрегатів;

2. Розробити конструкцію тягово-зчіпного пристрою, що покращує маневреність машинно-тракторного агрегату;

Об'єкт дослідження – причіпний колісний машинний агрегат, що складається з енергетичного засобу, тягово-зчіпного пристрою, що приєднує причіпні ґрунтообробні машини.

Предмет дослідження – процес руху причіпного машинного агрегату з розробленим тягово-зчіпним пристроєм.

Методи дослідження пов'язані з базовими методами розрахунку та проектування теорії машин та механізмів, кінематику та конструюванням вузлів і механізмів тракторів і автомобілів.

Виклад основного матеріалу. Великий обсяг робіт, що виконують у сільському господарстві, проводять, використовуючи різного типу мобільні машини, зокрема машинно-тракторні агрегати. При комплектуванні таких агрегатів використовують навісні та причіпні сільськогосподарські машини.

Порівняно з навісними знаряддями, використання причіпних надає деякі переваги, серед яких слід зазначити такі [1-2]:

1. Так як причіпні сільськогосподарські машини мають власну ходову частину, вимоги до масових і геометричних параметрів причіпної ланки менш суворі ніж для навісних машин з урахуванням поперечної та поздовжньої стійкості машинних агрегатів. Це дає можливість використовувати різні, за масово-геометричними параметрами, сільськогосподарські машини, що обмежені лише тяговими характеристиками трактора;

2. Причіпні машини можна використовувати не тільки у складі

широкозахватного та комплексного агрегату, а й використовувати окремо з різними тракторами меншого тягового класу, і це підвищує їхню ефективність шляхом збільшення річного завантаження;

3. Для комплектування причіпних широкозахватних машинно-тракторних агрегатів за рахунок причіпних сільськогосподарських машин потребує лише тягово-зчіпного пристрою (ТЗП), що з'єднує необхідну кількість сільськогосподарських машин.

У даному дослідженні, розглядаючи стійкість руху машинного агрегату, маємо на увазі курсову стійкість руху, що є сукупністю різних характеристик мобільної машини, які визначають реакції агрегату на зовнішні збурення [3-4]. В цьому випадку вважається обов'язковою умовою наявності стійкості, сформульована Ляпуновим.

Не менш важливою властивістю мобільних машин є маневреність, що прямо впливає на продуктивність виконаних транспортних та технологічних робіт.

У даній статті розглядаємо маневреність машинного агрегату як властивість мобільної машини змінювати заданим чином розташування агрегату на невеликій площі при русі траєкторіями великої кривизни.

Оцінка стійкості руху машинних агрегатів та й мобільних транспортних засобів, використовуються різного роду критерії і методики оцінки, що можна розділити на дві групи: кількісні та якісні показники стійкості руху. Критерії якісної оцінки можна поділити на алгебраїчні і частотні.

Використовуючи, прийняте вище поняття маневреності, основними параметрами, що її характеризує, можна вважати мінімальний радіус повороту R (рис. 1 а, б) та ширину поворотної смуги E (рис. 2 а, б). Ці параметри враховують не лише базу трактора, як тягача, але й довжину з'єднувальної ланки, ширину і відстань останньої, що враховує додаткове переміщення агрегату для забезпечення якості [5].

Радіус повороту машинного агрегату R_a , визначаємо як відстань що з'єднує центр повороту (Ц.П.) агрегату з центром агрегату (Ц.А.) [5]:

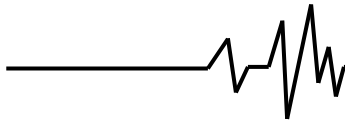
- для машинного агрегату з трактором, що має передні керовані колеса:

$$R_a = \frac{L}{\tan \alpha_c},$$

де L – поздовжня база трактора, м;

α_c – середній кут повороту керованих коліс;

(1)



- для машинного агрегату з трактором, що має шарнірно зчленовану раму та рівні поздовжні бази L ланок рами:

де L – поздовжня база задньої ланки рами трактора, м;

$\alpha_{ср.}$ – кут складання рами.

$$R_a = \frac{L}{2 \cdot \tan \frac{\alpha_{ср.}}{2}}, \quad (2)$$

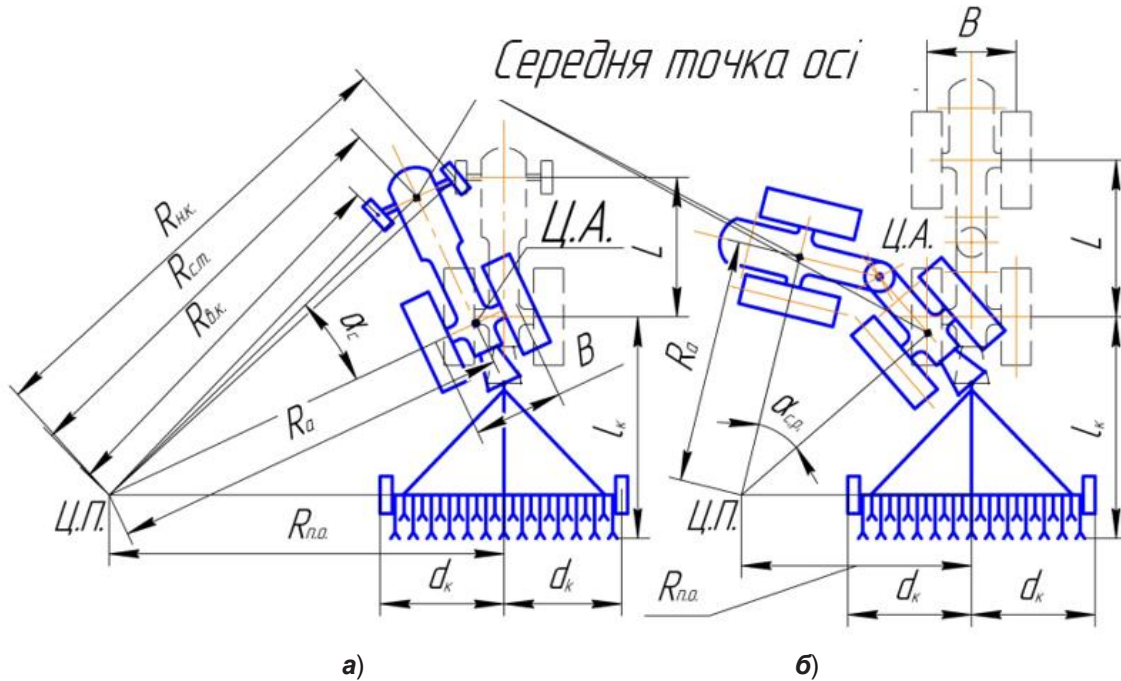


Рис. 1. Кінематичні характеристики колісних машинних агрегатів при розвороті: а) машинний агрегат з трактором, що має передні керовані колеса; б) машинний агрегат із трактором, що має шарнірно зчленовану раму.

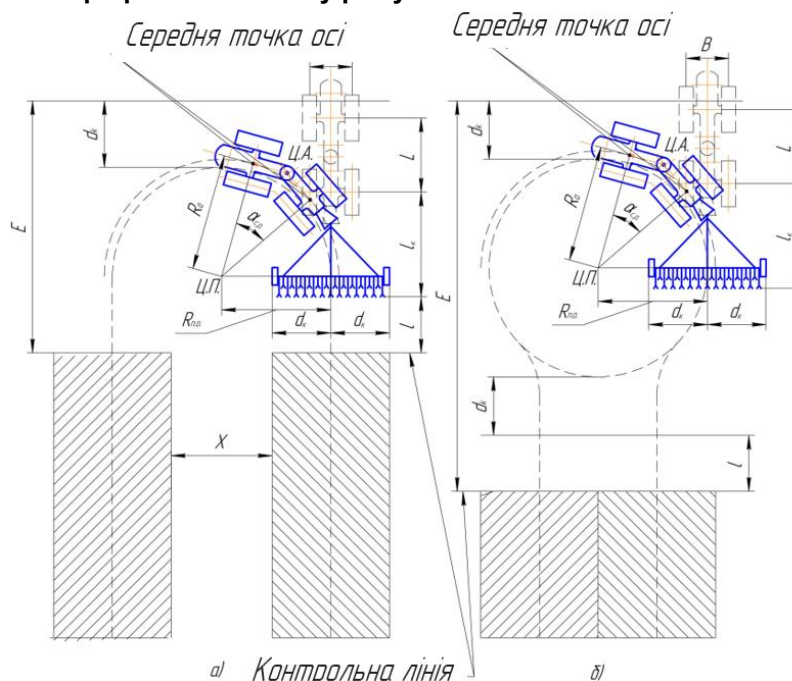


Рис. 2. Кінематичні характеристики колісних машинних агрегатів за різних способів розвороту на 180°: а) безпетлевий розворот; б) петльовий розворот.

Запропонуємо конструкцію тягово-зчіпного пристрою, спроектованого для підвищення стійкості прямолінійного руху

причіпного машинного агрегату і його маневреність, наведено на рис. 3.

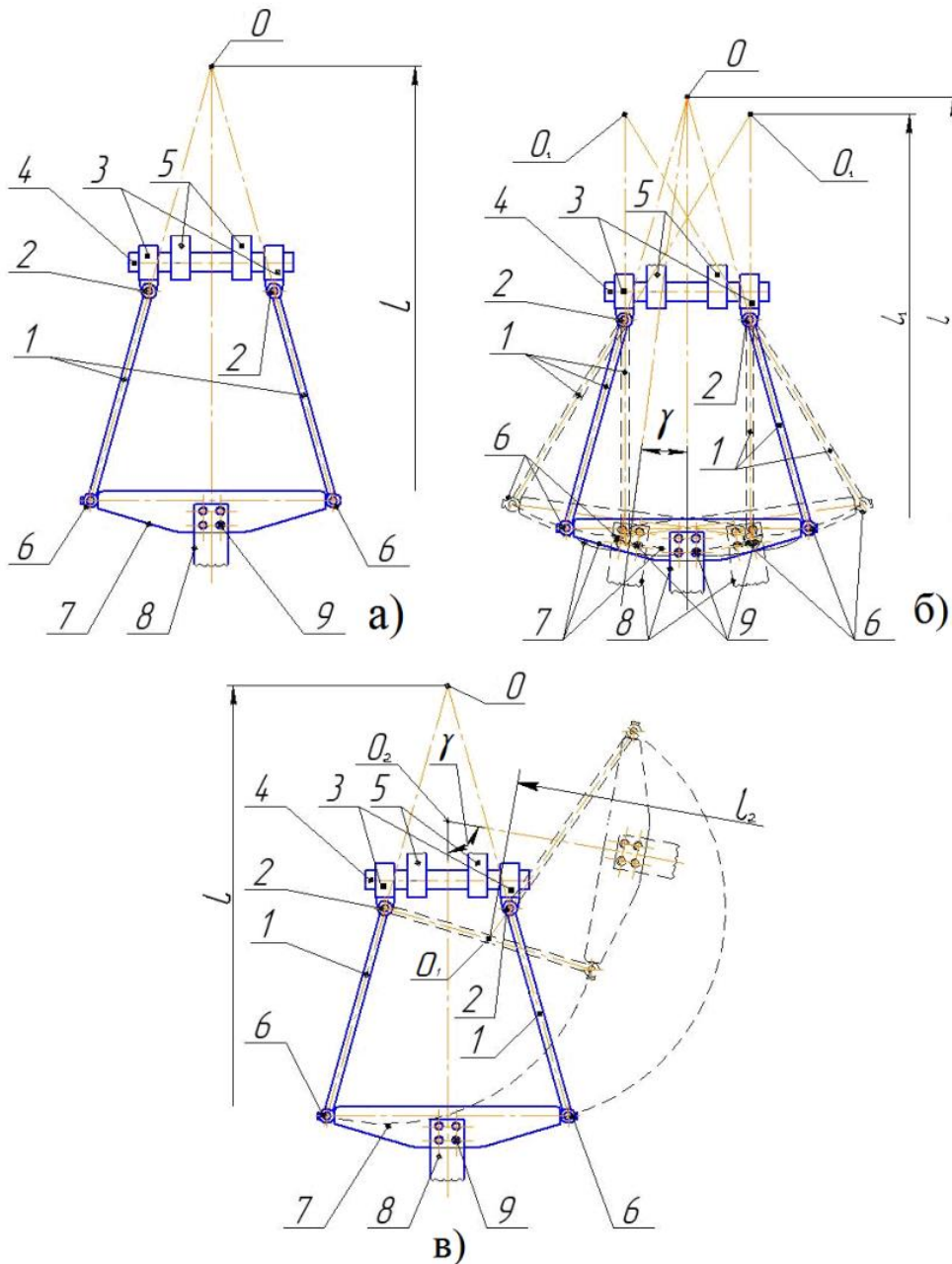


Рис. 3. Удосконалена навіска трактора

В основу конструкції даного тягово-зчіпного пристрою, входить чотириланковий механізм навіски трактора, яка при прямолінійному русі машинного агрегату з навісними знаряддями, дає найкращу стійкість агрегату у горизонтальній площині при достатній маневреності.

Запропонована конструкція навіски має нижні поздовжні тяги 1, (див. рис. 3 а), що з'єднані з кронштейнами головок шарнірів 3 за допомогою шарнірів 2, що встановлюються на поперечній осі 4 і закріплюється в кронштейнах 5, які в свою чергу, з'єднані з рамою трактора чи виносною плитою. Своїми задніми кульовими шарнірами 6 тяги 1 з'єднуються з цапфами причіпної скоби 7.

Таким чином, нижні поздовжні тяги 1, що встановлені зі здатністю повороту по горизонталі, отримують повне розблокування від поперечних переміщень відносно осі 4, що приєднує їх до трактора чи виносної плити, а також відносно осі підвісу. Поворот нижніх тяг забезпечується на кут, на який відхиляється дишло причіпної ланки відносно осі прямолінійного руху тягача γ , що необхідний для забезпечення маневрування трактора з причіпною ланкою.

Посередині причіпної скоби 7 встановлений безззорний з'єднувальний пристрій 8 з кріпленням 9, що фіксує дишло у поздовжньому і поперечному напрямках. Для цього використовуємо спроектований автоматичний зчіпний пристрій (рис. 4).

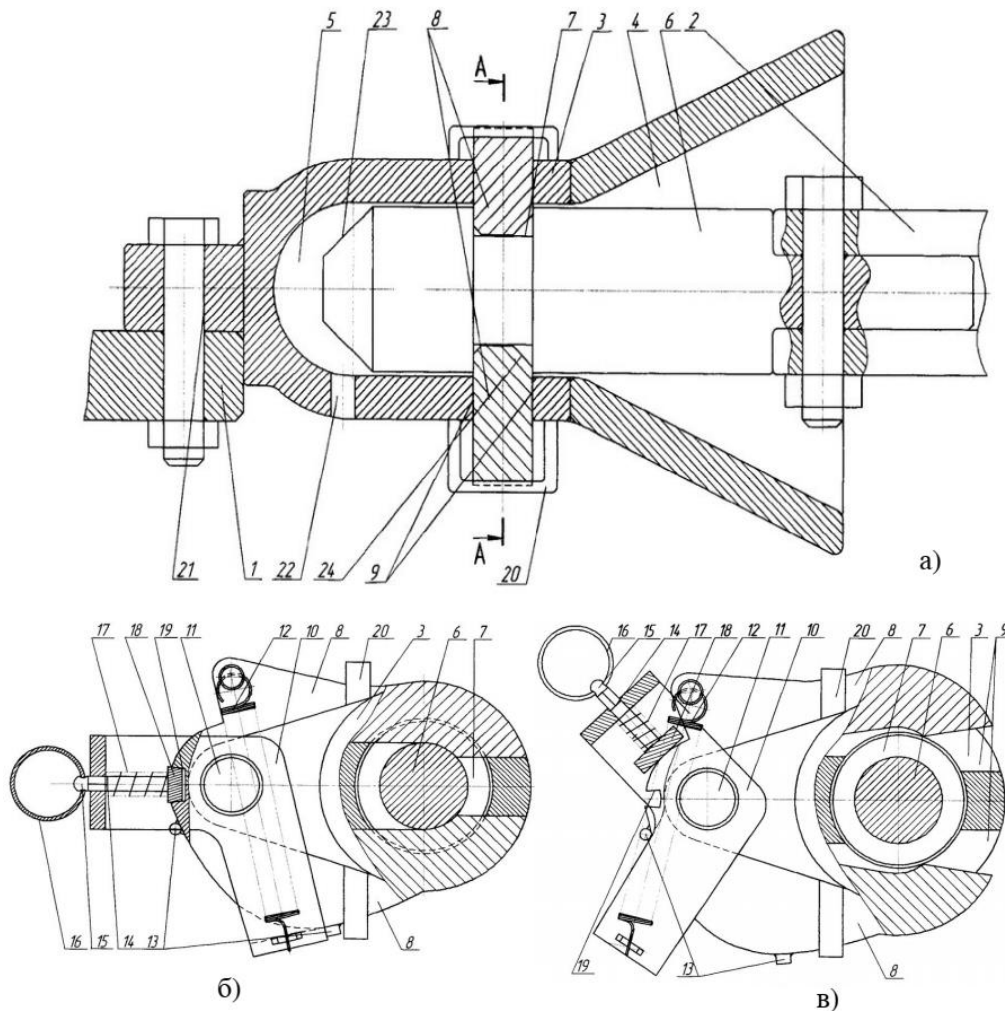


Рис. 4. Автоматичний зчпний пристрій тягача: а) загальний вигляд; б) вид збоку в замкнутому стані; в) вид збоку в розімкнутому стані.

Висновки та пропозиції

1. Досліджено, що для підвищення стійкості та маневреності машинно-тракторного агрегату, слід застосовувати конструкцію тягово-зчпного пристрою без фіксації переміщення його в горизонтальній площині.

2. Запропоновано конструкцію тягово-зчпного пристрою, що забезпечує підвищення стійкості прямолінійного руху причіпних МТА та достатню їх маневреність.

Список використаних джерел

1. Anisimov V., Ryaboshapka V., Ivanovs S. Calculation of the performance indicators of machine and tractor aggregates using biofuel. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2016. 61(3). P. 16–20.

2. Семенець І. В., Рідний Р. В. Особливості використання причіпних машинно-тракторних агрегатів. *Інноваційні розробки в аграрній сфері* : Матеріали МНПК, 28–29 лист. 2018 р. Харків : ХНТУСГ, ННІ МСМ, 2018. С. 160.

3. Зламенець Р. В. Стійкість руху комбінованого МТА. *Молодь і технічний прогрес в АПК* : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Харків : ХНТУСГ, 2014. С. 17.

4. Теоретичне дослідження стійкості руху комбінованого машинно-тракторного агрегату / В. М. Булгаков та ін. *Вісник аграрної науки*. 2017. №5. С. 37–43.

5. Особливості повороту шарнірно-зчленованого трактора / Є. І. Калінін та ін. *Збірник наукових праць. Системи управління, навігації та зв'язку*. 2022. Вип. 1 (67), т. 1. С. 30–33.

References

1. Anisimov V., Ryaboshapka V., Ivanovs S. Calculation of the performance indicators of machine and tractor aggregates using biofuel. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2016. 61(3). P. 16–20. [in English].



2. Semenets, I.V., Ridnyi, R.V. (2018). Features of the use of trailed machine-tractor units. *Innovatsiini rozrobky v ahrarnii sferi* (p. 160). - Kharkiv: HNTUSG, NNI MSM [in Ukrainian].

3. Zlamenets, R.V. (2014). The stability of the movement of the combined MTA. *Molod i tekhnichnyi prohres v APK* (p. 17). - Kharkiv: HNTUSG [in Ukrainian].

4. Bulhakov, V.M., Adamchuk, V.V., Petrychenko, Ye.A. Nadykto, V.T., Kuvachov, V.P. (2017). Theoretical study of stability of movement of the combined machine-tractor unit. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 5, 37-43 [in Ukrainian].

5. Kalinin, Ye.I., Kuskov, M.A., Belorin-Errera, O.M. (2022). Features of turning an articulated tractor. *Academic Journal. Control, Navigation and Communication Systems*, 1 (67), 30-33 [in Ukrainian].

INCREASING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF TRAILED SOIL TILLAGE MACHINE UNITS

This work deals with issues related to increasing the stability of the movement of machine units. Manoeuvrability is also one of the most important aspects of machinery, especially trailers. The results of the research carried out in the article allow us to find one of the ways to increase the productivity of trailed machine units, reduce operating costs and improve the quality of agricultural work. In order to increase the productivity and efficiency of the use of machine units, it is necessary to increase the working speed, width of grip, rationally use the agricultural machines that are part of the machine units. The result of improving these indicators can be: lower operating costs for performing mechanized work, reducing the metal consumption of the process of creating machines,

shortening the time of work. The current state of the problem is briefly considered, the relevance of the research is substantiated, the purpose of the work is formulated, and the main theoretical principles of the operation of machine-tractor units are presented. A review of scientific works on the outlined issues was carried out, the advantages and disadvantages of the use of combined trailed tillage machines were analysed, the problems that arise when using trailed machine-tractor units were identified, tasks and ways to improve the stability of straight-line movement and manoeuvrability of trailed machine-tractor units were outlined, and also considered different criteria for evaluating their straight-line movement stability and manoeuvrability. The main parameters affecting the stability and manoeuvrability of machine units, and especially combined ones, are considered. The design of the traction coupling device, which increases the indicators of stability of movement and manoeuvrability of trailed machine-tractor units, is described, and a kinematic analysis of the operation of the proposed traction coupling device is performed. The theoretical justification of the problem of the stability of tillage machine units, which consists in the occurrence of external disturbances from the reaction of the soil environment on the working bodies, and as a result, the deviation of trailed machines from straight-line movement, is considered. This deviation is eventually stabilized by the traction force and reappears with the opposite sign, resulting in oscillatory processes described by the laws of vibration. It is to compensate for such deviations that a special construction of the traction-coupling device is designed, which ensures the stability of the unit and ultimately increases its efficiency.

Key words: machine unit, towing links, experiment, operation, turning, manoeuvrability, tractor, tillage unit, traction and coupling device.

Відомості про авторів

Рябошапка Вадим Борисович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: vadym@vsau.vin.ua).

Жарський Микола Миколайович – магістр з агроінженерії, менеджер зі збуту запасних частин товариства з обмеженою відповідальністю "Агроресурс" (вул. Немирівське Шосе, 98, м. Вінниця, 21034, Україна, email: kolyazarskhiy1998@gmail.com).

Жарський Руслан Миколайович – магістр з агрономії, менеджер зі збуту товариства з обмеженою відповідальністю "Агро-Форте" (вул. Келецька, 61 а, м. Вінниця, 21027, Україна, email: zharskiyruslan1997@gmail.com).

Ryaboshapka Vadym – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Agricultural Engineering and Technical service of Internal Combustion Engines and Alternative Fuel Resources, Vinnitsa National Agrarian University (3, Sunny St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, email: vadym@vsau.vin.ua).

Zharskyi Mykola – Master of Agricultural Engineering, Spare Parts Sales Manager of the limited Liability Company "Agroresurs" (Nemyriv highway, 98, Vinnytsia, 21034, Ukraine, email: kolyazarskhiy1998@gmail.com).

Zharskyi Ruslan – Master of Agronomy, Sales Manager of limited Liability Company "Agro-Forte" (Keletska St. 61 a, Vinnytsia, 21027, Ukraine, email: zharskiyruslan1997@gmail.com).