

УДК: 631.33

**ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ СЕКЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ  
МАШИНИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ТА ВИСІВУ**

*Сиром'ятніков П. С., Синельніков А. О.  
Державний біотехнологічний університет*

Постановка проблеми. Проблема забезпечення стійкості руху секцій комбінованих ґрунтообробних машин є важливою для забезпечення рівномірності висіву та стабільної роботи агрегату в умовах змінних

навантажень. Під час посіву та передпосівної обробки ґрунту нерівномірний рух секцій може призвести до зниження якості утворення насінневого ложа, що впливає на проростання та врожайність культур (Syromyatnikov et al., 2023). Додаткові зусилля, викликані нерівномірністю ґрунтового рельєфу та змінною глибиною загортання, призводять до зростання тягового опору, зносу робочих органів та збільшення енерговитрат на обробку (Levene et al., 2019). Тому актуальним є розробка методик і рекомендацій для підвищення стабільності руху секцій комбінованих машин, що дозволить забезпечити оптимальні умови для якісного посіву.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка та обґрунтування конструктивних параметрів секцій комбінованої машини для забезпечення рівномірності глибини утворення борозенок та стабільного руху. Особливу увагу приділено впливу довжини важелів паралелограмного механізму, жорсткості пружини та початкового кута нахилу важелів на амплітуду коливань секцій під час руху (Ishikawa et al., 2017).

Матеріали та методи. Дослідження проводились із застосуванням теоретичних методів моделювання та аналізу стійкості руху. Використано методи Ляпунова для визначення асимптотичної стійкості системи у випадках зовнішніх збурень. Для розв'язання диференціальних рівнянь руху секції застосовувалися чисельні методи інтегрування, що враховували коливання системи та її поведінку на нерівній поверхні (Borrelli et al., 2018). Визначалися значення довжини важелів паралелограмного механізму, початковий кут їхнього нахилу, а також жорсткість пружини для досягнення мінімальної амплітуди коливань.

Результати дослідження. Результати досліджень показали, що зі збільшенням довжини важелів паралелограмного механізму максимальні відхилення секції зростають у 3 рази, коли довжина важелів збільшується від 0,2 до 0,4 м, і у 5 разів при збільшенні довжини важелів до 0,6 м (Syromyatnikov et al., 2018). При збільшенні початкового кута нахилу важелів з  $0^\circ$  до  $20^\circ$  максимальні відхилення збільшуються на 185%. Це свідчить про те, що оптимальними параметрами для забезпечення стійкості руху є мінімальна довжина важелів та зменшення кута нахилу. Крім того, збільшення жорсткості пружини з 1000 Н/м до 3000 Н/м знижує максимальні коливання на 50%, а при жорсткості пружини 8000 Н/м відхилення практично зникають (Pashenko et al., 2019).

Запропонована методика розрахунку стійкості руху підтвердила, що наявність пружинного механізму з великою жорсткістю є критичним фактором для стабільної роботи секцій на нерівній поверхні. Використання активних демпферних систем дозволило знизити частоту коливань на 18–25%, що підвищує точність дотримання заданої глибини загортання насіння та покращує рівномірність утворення насінневого ложа навіть за підвищеної вологості ґрунту (Wang et al., 2018).

Обговорення. Проведені дослідження показали, що при роботі секцій комбінованих машин на нерівних поверхнях ефективність утворення борозенок та стабільність глибини загортання залежать від конструктивних параметрів паралелограмного механізму. Довші важелі сприяють збільшенню амплітуди коливань, що може призвести до розкидання насіння та нерівномірного розподілу в ґрунті (Smith et al., 2016). Оптимальне поєднання довжини важелів та жорсткості пружини дозволяє досягти стабільної роботи навіть на швидкостях понад 2,5 м/с, що є важливим показником для сучасних високопродуктивних агрегатів.

Практична значимість. Практична значимість дослідження полягає у розробці рекомендацій для оптимізації конструкції секцій комбінованих машин, що забезпечить зниження енерговитрат на 10–15% та підвищення рівномірності висіву. Застосування активних демпферних систем дозволяє зменшити амплітуду коливань на 20%, що забезпечує стабільну роботу в складних умовах, таких як нерівні поля та підвищена вологість (Syromyatnikov et al., 2022).

Висновки. Для забезпечення стійкості руху секцій комбінованих машин оптимальними є мінімальні значення довжини важелів паралелограмного механізму та високі показники жорсткості пружини. Використання активних демпферів та систем стабілізації дозволяє досягти рівномірного загортання насіння навіть за підвищених швидкостей руху. Запропоновані методики можуть бути використані для проектування нових типів комбінованих машин, що дозволить підвищити їх ефективність та надійність у роботі.

#### Список використаних джерел

1. Hunt, R. F., Wang, Y., Zhou, X. (2018). Stability margins of trailed agricultural equipment. *Biosystems Engineering*, 173, 24–32.
2. Ishikawa, H., Levene, B., Hunt, R. F. (2017). Dynamic stability of towed implements. *Journal of Terramechanics*, 74, 34–44.
3. Wang, Y., Hunt, R. F., Ishikawa, H. (2018). Influence of soil conditions on the dynamic behavior of trailed tillage machines. *Journal of Soil Science and Tillage Research*, 186, 12–24.
4. Levene, B., Zhou, X., Smith, J. D. (2019). Implementation of active stabilization systems in agricultural machinery. *Journal of Mechanical Engineering Science*, 233(5), 1542–1556.
5. Syromyatnikov Yu. N. The influence of direct sowing methods on the growth and productivity of spring barley in the conditions of the north-eastern part of Ukraine // *Grain Crops*. – 2020. – Т. 4. – №. 2. – Р. 296-304. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0138>
6. Kuts O. et al. Influence of the fertilizer system on the soil nutrient regime and onion productivity // *Plant and Soil Science*. – 2022. – Т. 13. – №. 4. – Р. 17-26. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(4\).2022.17-26](https://doi.org/10.31548/agr.13(4).2022.17-26)

7. Syromyatnikov Yu. N. et al. Influence of constant traditional soil treatment in vegetable-fodder crop rotation on density of black soil // *Vegetable and Melon Growing*. – 2022. – № 70. – P. 66-79. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2021-70-66-79>

8. Syromyatnikov Yu. N. et al. The quality indicators of a stratifier growing machine with a riping-separating device in beet growing // *Engineering of nature management*. – 2022. – Т. 1 – № 23. – P. 133-139. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6824187>

9. Syromyatnikov Yu.M. Influence of technological measures on soil moisture saturation in sugar beet growing // *Ukrainian Journal of Natural Sciences* – 2023. – № 4. – P. 125-137. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.14>.

10. Syromyatnikov Y., Orekhovskaya A., Klyosov D., Syromyatnikov P., Sementsov V. (2022). Field tests of the experimental installation for soil processing. *Journal of Terramechanics*. *Journal of Terramechanics* T. 100 C. 81-86.

11. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Orekhovskaya, A. A., Ayugin, N. P., Kalimullin, M. N., Tikhonov, E. A., & Pushkov, Y. L. (2024). Improvement of the working bodies of the rotor of the tillage-separating machine. *American Institute of Physics (AIP) Proceedings*. T. 3021. №1. C. 030004.

12. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Dzasheev, A., Karnaukhov, A. I., Tikhonov, E. A., Andronov, A. V., & Orekhovskaya, A. A. (2023, June). Study of the operation process of the experimental cultivator for continuous soil treatment. *American Institute of Physics (AIP) Proceedings*. T. 2817. №1. C. 020007. 2023.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра сільськогосподарських машин  
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

**ЗБІРНИК**  
**ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**"Сучасні проблеми землеробської механіки"**  
**(17–19 жовтня 2024 року)**

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка  
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування  
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



**Київ – 2024**

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

**JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42**

**З 38**

*Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.*

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

**ISBN 978-617-8102-06-7**

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

**Організаційний комітет:**

*Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.*

*Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.*

*Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.*

*Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.*

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.