

*10. Куликівський В.Л., Бабіч В.О., Кіпчук В.Б, Самчук В.І. Поліський національний університет, м. Житомир, Україна. Сорока Б.А. Житомирський агротехнічний фаховий коледж.*

### **ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

Сучасне сільське господарство постійно стоїть перед необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів, зниження витрат палива та зменшення впливу на навколишнє середовище. Однією з ключових проблем, що впливають на продуктивність сільськогосподарської техніки, є тяговий опір, який виникає під час руху машин по різноманітних ґрунтах. Тяговий опір впливає на споживання палива, знос деталей, а також на загальну ефективність роботи сільськогосподарських машин.

Одним із напрямків зниження тягового опору є вдосконалення конструкції шин:

Використання нових композитних матеріалів. Сучасні матеріали, що мають високу міцність і знижений коефіцієнт тертя, сприяють зменшенню опору, що виникає під час контакту з ґрунтом.

Оптимізація малюнка протектора. Ретельне проектування малюнка протектора дозволяє забезпечити оптимальне зчеплення з ґрунтом при мінімальних втратних енергіях. Дослідження показують, що спеціальні конструкції протекторів можуть зменшувати тяговий опір до 15–20 % порівняно зі стандартними рішеннями.

Впровадження адаптивних систем. Сучасні технології дозволяють створювати шини, здатні самостійно адаптувати свої характеристики під конкретні умови експлуатації, наприклад, змінювати жорсткість або розподіл контактної поверхні.

Зниження тягового опору можна досягти не лише шляхом удосконалення шин, а й завдяки загальній оптимізації конструкції машин:

Аеродинамічний дизайн. Хоча аеродинаміка традиційно асоціюється з транспортними засобами, у сільськогосподарській техніці вдосконалення зовнішнього профілю може сприяти зниженню опору повітря під час руху по відкритих просторах.

Оптимальний розподіл ваги. Перерозподіл маси конструкції дозволяє знизити тиск на окремі ділянки контакту з ґрунтом, що в свою чергу сприяє зниженню деформацій ґрунтового покриття і, як наслідок, тягового опору.

Використання активних систем управління. Сучасні технології дозволяють впроваджувати системи, що автоматично регулюють робочі параметри машин, зокрема, швидкість руху, кут нахилу та розподіл навантаження в реальному часі. Це дозволяє оптимізувати умови руху та знизити споживання палива.

Ще одним напрямком, що здатен значно зменшити тяговий опір, є використання систем, спрямованих на зменшення тертя:

Змащувальні системи. Встановлення спеціальних смазочних засобів у точках контакту між шиною та ґрунтом може зменшувати коефіцієнт тертя. Це рішення вже отримало широке застосування у важкій техніці, де застосування високоякісних мастильних матеріалів дозволяє знизити витрати енергії.

Нанотехнології. Використання нанопокриттів на поверхнях шин або важливих вузлах конструкції дозволяє досягти значного зниження тертя. Наноматеріали мають властивості, які сприяють зменшенню адгезії між контактними поверхнями, що позитивно впливає на загальну енергоефективність машини.

Електромагнітні та пневматичні системи. Інноваційні технології, засновані на використанні електромагнітних полів або пневматичних приводів, дозволяють мінімізувати прямий контакт між шиною та ґрунтом, що може сприяти зниженню втрат енергії на стирання та деформацію.

Попри всі переваги, впровадження сучасних технологій зниження тягового опору стикається з низкою викликів: висока початкова вартість; інтеграція з існуючими системами; навчання персоналу; стандартизація та нормативно-правова база.

Проте, досвід останніх досліджень показує, що перехід на інноваційні технології є невідворотним трендом. Дослідницькі роботи з усього світу демонструють потенціал зниження тягового опору до 30 % при правильному впровадженні нових матеріалів та конструктивних рішень. Сучасні системи адаптивного управління дозволяють в режимі реального часу оптимізувати роботу техніки, що сприяє як підвищенню продуктивності, так і зниженню витрат.

У Європі та США проводяться численні дослідження, спрямовані на оптимізацію параметрів роботи сільськогосподарських машин.

Провідні науково-дослідні установи Німеччини розробляють нові типи шин з використанням композитних матеріалів та нанопокриттів, що дозволяють суттєво знизити тяговий опір. Практичні експерименти на польових установках підтверджують, що такі рішення можуть знизити витрати палива та підвищити ефективність роботи машин.

Американські аграрні дослідницькі центри активно впроваджують системи активного управління тяговими характеристиками машин. За допомогою спеціалізованих датчиків та алгоритмів, що аналізують дані в режимі реального часу, досягається оптимальний розподіл навантаження, що дозволяє мінімізувати втрати енергії при русі по різних типах ґрунтів.

У країнах з суворими кліматичними умовами особлива увага приділяється адаптації конструкцій сільськогосподарських машин до екстремальних умов експлуатації. Використання адаптивних систем, що автоматично регулюють робочі параметри, дозволяє забезпечити стабільну продуктивність техніки навіть у холодну пору року, коли фізичні властивості ґрунту зазнають значних змін.

Аналіз сучасних досліджень свідчить, що зниження тягового опору сільськогосподарських машин є складною, але надзвичайно важливою задачею для підвищення ефективності аграрного виробництва. Розробка нових конструктивних рішень, впровадження інноваційних матеріалів, оптимізація систем управління та інтеграція цифрових технологій створюють комплекс заходів, що дозволяють мінімізувати втрати енергії під час руху машин по ґрунту.

Сучасні технології, зокрема застосування композитних матеріалів, нанопокриттів, адаптивних систем управління та алгоритмів штучного інтелекту, демонструють значний потенціал для зниження тягового опору. Це, у свою чергу, сприяє зниженню витрат палива, зменшенню зносу компонентів, підвищенню продуктивності та збереженню ресурсів. Крім того, екологічні переваги, пов'язані з впровадженням енергоефективних технологій, мають стратегічне значення для сучасного аграрного виробництва в умовах глобальних змін клімату.

Незважаючи на значний потенціал нових технологій, існують і певні виклики, пов'язані з високою початковою вартістю модернізації, необхідністю адаптації існуючих систем та навчанням персоналу. Для успішного впровадження нових технологій потрібна тісна співпраця між науковими установами, виробниками сільськогосподарської техніки та аграрними підприємствами. Лише комплексний підхід, що враховує як технічні, так і економічні та екологічні аспекти, дозволить досягти максимальної ефективності в зниженні тягового опору.

Підсумовуючи, можна сказати, що шляхи зменшення тягового опору сільськогосподарських машин включають:

- вдосконалення конструкції шин за рахунок застосування нових матеріалів та оптимізації малюнка протектора;

- розробку та впровадження адаптивних систем управління, що дозволяють коригувати робочі параметри машин у режимі реального часу;

- використання цифрових технологій, включаючи системи моніторингу, машинне навчання та IoT, для оптимізації розподілу навантаження та підвищення енергоефективності.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою інтелектуальних систем, здатних адаптуватися до змінних умов експлуатації, та створенням нових матеріалів з унікальними властивостями. Такі рішення дозволять не тільки знизити тяговий опір, але й забезпечити стабільну та ефективну роботу сільськогосподарських машин в умовах сучасного аграрного виробництва.

Впровадження інноваційних технологій для зменшення тягового опору сільськогосподарських машин є необхідним кроком для забезпечення конкурентоспроможності аграрного виробництва в умовах зростаючих вимог до енергоефективності та екологічної безпеки. Використання нових матеріалів, розробка адаптивних систем управління та інтеграція цифрових технологій дозволяють значно знизити витрати палива, підвищити продуктивність та продовжити термін служби техніки.

Сучасний досвід Європи, США та Скандинавських країн демонструє, що комплексний підхід до вирішення проблеми тягового опору дозволяє досягти високих результатів. Подальші дослідження в даній галузі сприятимуть розробці нових стандартів та технологій, що забезпечать більш ефективну та екологічно чисту роботу сільськогосподарських машин.

У підсумку, шлях до зниження тягового опору лежить через інновації, тісну співпрацю між науковцями, інженерами та практикаками, а також через активне впровадження сучасних цифрових технологій. Цей підхід не тільки забезпечує економічну вигідність аграрного виробництва, а й сприяє сталому розвитку сільського господарства в умовах глобальних викликів.

#### **Список використаних джерел**

1. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

2. Борак К. В. Impact of soil moisture on wear intensity of the actuating elements of soil processing machines. Міжнародний науковий журнал «Проблеми трибології». 2020. № 2. С 34–41.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**



# **ЗБІРНИК ТЕЗ**

*XI Міжнародної науково-практичної конференції*  
**«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій  
та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»**

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>



**11 квітня 2025 року**  
**м. Житомир**

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>

УДК 631.2:621.017:615.281:340(477)

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь. PTDSTSAMT-2025» з нагоди 30-річчя започаткування підготовки ОС «Бакалавр» за спеціальністю «Агроінженерія». 11 квітня 2025 року. МОН України. Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Житомир. 2025. 333 с. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

***Рекомендовано до друку методичною радою Житомирського агротехнічного фахового коледжу МОН України (протокол від 10.04.2025 р. № 6)***

Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Prospects and Trends in Development of Structures and Technical Service of Agricultural Machinery and Tools. PTDSTSAMT-2025." on occasion of the 30th anniversary of the initiation of the preparation of the Bachelor's Entity in the specialty "AgroEngineering". April 11, 2025. Ministry of Education and Science of Ukraine. Zhytomyr Agrotechnical Professional College. Zhytomyr. 2025. 333 p. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів Житомирського агротехнічного фахового коледжу, провідних вітчизняних і закордонних закладів вищої освіти та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The collection presents abstracts of reports by scientific and pedagogical workers, researchers, postgraduates and students of the Zhytomyr Agrotechnical Professional College, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, which consider the completed stages of development.

*Передрук або інше відтворення в будь-якій формі в цілому або частково матеріалів, опублікованих у цьому віданні, дозволено лише за посиланням на джерело і дотриманням вимог законодавства*