



## Мобільні і стаціонарні енергозасоби та їх елементи Mobile and stationary power units and their elements

УДК 631.372

### Шляхи зниження впливу ходових систем сільськогосподарських агрегатів на базі автомобільного шасі на ґрунт

В.В. Адамчук<sup>1</sup>, С.П. Погорілий<sup>2</sup>, Р.Є. Черняк<sup>3</sup>, С.В. Дунь<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» (смт Глеваха, Васильківський район, Київська область, Україна), <sup>2</sup> [pogorilyu\\_sergiy@ukr.net](mailto:pogorilyu_sergiy@ukr.net)

<sup>3</sup> Приватне акціонерне товариство «АвтоКрАЗ» (м. Кременчук, Україна)

Обґрунтовано один з напрямів зниження впливу ходових систем мобільних сільськогосподарських агрегатів, сформованих на базі автомобільних шасі, на виконанні технологічних операцій як в умовах поля, так і на транспортних операціях при русі автомобільними дорогами. Проаналізовано основні шляхи, які можуть забезпечити ефективне використання автомобільного шасі в умовах поля та на автомобільних дорогах. Встановлено, що найбільш ефективним є обладнання автомобільних шасі широкопрофільними шинами з регульованим внутрішнім тиском повітря та системою контролю-підкачки шин, що дає можливість ефективно використовувати шасі як на основних технологічних операціях (в полі), так і на транспортних операціях (на автомобільних дорогах). Визначено вплив тиску повітря в шині колеса ходової системи автомобільного шасі КрАЗ-6322 на площу контакту шини з опорною поверхнею та тиском на нею.

**Ключові слова:** *ходова система, автомобільне шасі, шини, тиск повітря в шинах, тиск на ґрунт, площа контакту шин.*

**Постановка проблеми.** Використання мобільних сільськогосподарських агрегатів (МСА), сформованих на базі автомобільних шасі, все більше отримує поширення серед виробників сільськогосподарської продукції та все більше заводів виробників вантажних автомобілів створюють їх модифікації для сільськогосподарського виробництва [1-11]. Однак питанню впливу коліс ходових систем автомобільних шасі на ґрунт мало приділено уваги з точки зору зменшення їх негативної дії на ґрунт.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З розвитком технічного прогресу трактор, як енергетичний засіб, для виконання сільськогосподарських операцій втрачає свою монополію. Автомобільні заводи Mercedes, MAN, Tatra, КамАЗ, Урал, КрАЗ, фірма Joskin [1-11] створюють автомобільні шасі, які можуть використовуватись в агропромисловому виробництві на виконанні технологічних операціях з: внесення різних технологічних матеріалів, обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами, транспортних операції тощо. У весняний період, коли ґрунт має високу вологість і схильних до ущільнення, особлива увага приділяється впливу ходових систем на ґрунт, але при цьому МСА повинні мати високий

рівень тягових властивостей. Для вирішення цієї проблеми згадані заводи обладнують автомобільні шасі шинами низької тиску з більшими конструкційними розмірами та протектором підвищеної прохідності. Такі шини ефективно працюють в умовах поля, а на автомобільних дорогах вони будуть швидко зношуватись. Швидкість руху таких МСА буде обмежуватись характеристиками шини і становитиме в середньому 25 - 30 км/год.

За таких умов основна перевага, завдяки якій вантажні автомобілі мають перевагу перед тракторами і можуть зменшити собівартість виробництва продукції рослинництва, – це підвищення транспортної швидкості руху автомобільними дорогами і, як похідна від неї, застосування прямоочних схем внесення технологічних матеріалів – нівелюється. Встановлення на автомобільних шасі серійних шин, які використовуються при русі на автомобільних дорогах, призведе до надвисокого тиску їх ходових систем на ґрунт та малої несучої спроможності і, як наслідок, втрати урожаю [12, 13] та збільшення витрат енергії за рахунок збільшення буксування.

Викладене приводить до протиріччя, суть якого в тому, що МСА, ефективні на транспортних операціях в умовах автомобільних доріг, мають

низьку прохідність в умовах поля і чинять негативний вплив на ґрунт, і навпаки: МСА, які мають високу прохідність в умовах поля і мало ущільнюють ґрунт, розвивають низьку транспортну швидкість на автомобільних дорогах і мають при цьому високу інтенсивність зносу шин.

**Мета досліджень.** Метою досліджень є пошук шляхів розширення технологічних можливостей автомобільного шасі за рахунок зменшення зносу його шин на виконанні транспортних операцій при русі автомобільними дорогами та зменшення техногенного впливу на ґрунт.

**Результати досліджень.** МСА на базі автомобільного шасі типу КрАЗ-6322 виробництва ПАТ «АвтоКрАЗ», які були розроблені в ННЦ «ІМЕСГ», [14, 15] (рис. 1) позбавлені згаданих вище недоліків.



а



б

Рис. 1. МСА на базі автомобільного шасі виробництва ПАТ «АвтоКрАЗ» з машинами для внесення твердих: а) мінеральних добрив МДР-9А; б) органічних добрив АРОД-11

Автомобільне шасі типу КрАЗ-6322 (рис. 2), яке використовується в якості енергетичного засобу обладнане централізованою системою контролю тиску повітря в шинах коліс, що дозволяє знизувати тиск повітря під час виконання сільськогосподарських операцій в полі до 80 -150 кПа та збільшувати його до рекомендованих на транспортних переїздах 300 - 350 кПа, а також регулювати в процесі виконання технологічної операції по мірі зменшення кількості технологічного матеріалу у бункері начіпної машини.

На автомобільне шасі КрАЗ-6322 встановлюються шини моделі ВІ-3, які мають властивість витримувати навантаження від зниження тиску повітря в них. Характеристики шини ВІ-3 представлено в таблиці [16].

Вплив ходових систем на ґрунт залежить від площі контакту шини колеса та навантаження на нього. Площа контакту в свою чергу залежить від розмірів і конструкції шини, тиску повітря в ній та навантаження на неї. Зі збільшенням тиску повітря в шині площа контакту зменшується. Збільшення навантаження на шину при незмінному тиску в ній збільшує її площу контакту.



Рис.2. Автомобільне шасі КрАЗ-6322

Вплив ходових систем на ґрунт залежить від площі контакту шини колеса та навантаження на нього. Площа контакту в свою чергу залежить від розмірів і конструкції шини, тиску повітря в ній та навантаження на неї. Зі збільшенням тиску повітря в шині площа контакту зменшується. Збільшення навантаження на шину при незмінному тиску в ній збільшує її площу контакту.

**Таблиця.** Технічні характеристики шини моделі ВІ-3

№ п/п	Показник	Значення показника
1.	Назва моделі	ВІ-3
2.	Позначення шини	1300×530-533
3.	Конструкція шини	діагональна
4.	Малюнок протектора	підвищеної прохідності
5.	Зовнішній діаметр, мм	1280
6.	Ширина профілю, мм	525
7.	Статичний радіус, мм	585
8.	Кількість шарів, одн.	12
9.	Індекс навантаження	156
10.	Максимальне навантаження на шину, Н	39277
11.	Тиск в шині, відповідно максимальному навантаженню, кПа	350
12.	Тиск в шині мінімальний, кПа	100
13.	Маса шини, кг	126,0

Для шини моделі ВІ-3 було визначено площу контакту (рис. 3) за стандартизованою методикою ДСТУ ГОСТ 7057-2003 [17].

Як видно з рис. 3 зі зменшенням тиску в шині площа опорної поверхні збільшується майже в 2 рази, тобто з 814,7 см<sup>2</sup> при тиску 0,20 МПа до 1616,24 см<sup>2</sup> при тиску 0,08 МПа. При цьому тиск колеса на ґрунт становив 103,5 кПа при тиску повітря в шинах 0,08 МПа, а при тиску повітря в шинах 0,2 МПа – 205,5 кПа.



а



б

Рис. 3. Відбиток шини моделі ВІ-3 при навантаженні 17,1 кН і тиску повітря в шині: а) 0,20 МПа; б) 0,08 МПа

Результати експериментальних досліджень впливу тиску повітря в шині колеса на площу її контакту при постійному нормальному навантаженні представлено на рис. 4.

За результатами статистичної обробки отриманих експериментальних даних було отримано рівняння регресії з ймовірністю довіри 0,99:

$$F = 20672\rho^2 - 12408\rho + 2442,4,$$

де  $F$  – площа контакту шини, см<sup>2</sup>;  $\rho$  – тиск повітря в шині, МПа.

При цьому середній тиск на опорну поверхню матиме наступну залежність, яка в графічному вигляді представлена на рис. 5.

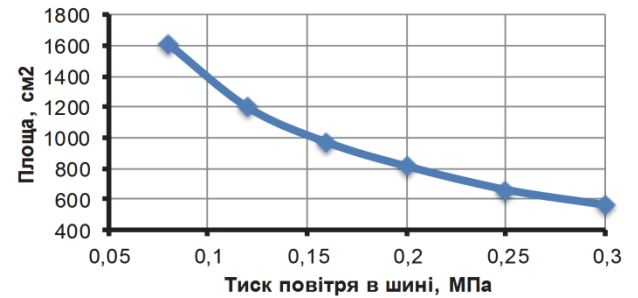


Рис. 4. Залежність площі контакту шини моделі ВІ-3 від тиску повітря в ній при навантаженні на колесо 17,1 кН

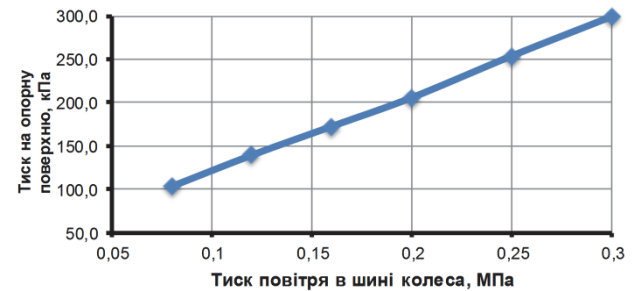


Рис. 5. Залежність середнього тиску на опорну поверхню колеса МСА від тиску повітря в ній при навантаженні на колесо 17,1 кН

З рис. 5 видно, що зі зменшенням тиску повітря в шині колеса тиск його на опорну поверхню зменшується. Так, наприклад при тиску повітря в шині колеса 0,08 МПа тиск на опорну поверхню становить 103,6 кПа, а при тиску повітря в шині 0,20 МПа – 205,5 кПа.

За результатами підстановки отриманих експериментальних даних, що стосуються площі контакту шини моделі ВІ-3 отримано залежність впливу тиску повітря в шинах коліс на тиск, який створює колесо при постійному навантаженні 17,1 кН:

$$P = 254,33\rho^2 - 787,56\rho + 39,6,$$

де  $P$  – тиск колеса на опорну поверхню, кПа.

Згідно державному стандарту ДСТУ 4521:2006 [18], який регламентує норми допустимого максимального тиску на ґрунт, диференційованого за гранулометричним складом і вологістю під час проходження ходових систем по ґрунту, при 0,7–0,9 НВ допустимий максимальний тиск на ґрунт ходових систем повинен становити: весною 50 - 60 кПа; влітку та восени – 80 - 100 кПа.

З огляду на те, що площа контакту шини визначалась на твердій опорній поверхні і за таких умов при тиску повітря в шинах коліс МСА 0,08 МПа створювався тиск на ґрунт 103,5 кПа. Тоді в умовах поля, за рахунок ущільнення ґрунту, колесо матиме більшу площу контакту і зменшить тиск на ґрунт МСА.

Враховуючи вищезазначене, МСА на базі автомобільного шасі типу КрАЗ-6322, який обладнаний шинами моделі ВІ-3 та системою контролю і підкачки шин під час виконання технологічних операцій на полі, буде створювати тиск на ґрунт в межах регламентованих стандартом ДСТУ 4521:2006.

**Висновки.** Для використання автомобільного шасі на виконанні сільськогосподарських операцій в умовах поля необхідно обладнати його широкопрофільними шинами з регульованим внутрішнім тиском повітря та системою контролю-підкачки шин, яка дасть можливість зменшити негативний вплив на ґрунт МСА та розширити перелік технологічних операцій на яких може застосовуватися МСА на базі автомобільного шасі.

### Література

1. Дзоценидзе Т.Д. Технологический уклад и транспортное обеспечение сельхозпроизводства некоторых зарубежных стран / Т.Д. Дзоценидзе, М.А. Козловская // Тракторы и сельхозмашины, 2014. – № 1. – С. 44 - 47.

2. А-Mag [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.a-mag.eu>.

3. Стабилизатор грунта MAN A-MAG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.doskaurala.ru/index.php?id=4268018780>.

4. А-Mag Multifunctiontrac MFT90 the new revolution, infinitely variable [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=NdeLw7UYXPs>.

5. Измайлов А.Ю. Эффективность новых транспортных технологий в АПК / А.Ю. Измайлов, Н.Е. Евтушенко // Сельскохозяйственные машины и технологи, 2009. – № 2(9). – С. 32 - 37.

6. Измайлов А.Ю. Бенчмаркетинг для грузовых автомобилей сельскохозяйственного назначения / А.Ю. Измайлов, Н.Е. Евтушенко, Т.Д. Дзоценидзе, А.Г. Левшин // Сельскохозяйственные машины и технологи, 2012. – № 6. – С.15 -18/

7. Автомобильные посевные комплексы «AGRATOR-8500 АВТО», «AGRATOR-9800 АВТО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pk-agromaster.ru/9800a>.

8. КаМАЗ 4x4 в поле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=ygUPc9vIVfQ>.

9. Шкель А.С. Исследование технологии внесения жидких органических удобрений транспортно-технологическим агрегатом сельскохозяйственного назначения / А.С. Шкель, М.А. Козловская, Т.Д. Дзоценидзе // Тракторы и сельхозмашины, 2016. – № 7. – С. 47 - 50.

10. Дзоценидзе Т.Д. Функциональное назначение автомобилей для сельских поселений / Т.Д. Дзоценидзе, А.Г. Левшин, Н.Е. Евтушенко, М.А. Козловская, А.Е.Мягков // Тракторы и сельхозмашины, 2012. – № 4. – С. 8 -11.

11. Адамчук В.В. Использование автомобильного шасси для выполнения технологических операций в агропромышленном производстве / В.В. Адамчук, С.П. Погорілий // Motrol "Commission of motorization and energetics in agriculture". – Vol. 18, № 8. Lublin-Rzeszow. – 2016. – С. 93 - 98

12. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв двигателями и эффективные пути ее решения. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.

13. Кравченко В.И. Уплотнение почв машинами. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 96 с.

14. Адамчук В.В. Использование автомобильного шасі на внесенні добрив / В.В. Адамчук, С.П. Погорілий // Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України», Дослідницьке, 2016. – Вип.20(34). – С. 62 -70.

15. Адамчук В.В.К вопросу использования автомобильного шасси в агропромышленном производстве / В.В. Адамчук, С.П. Погорілий // Научно-технический журнал «Международная агроинженерия», Казахский НИИМЭСХ. Алматы. – 2016. – Вип. 2 (№18). – С.4 -12

16. ГОСТ 13290-90. Шины с регулируемым давлением. Технические условия. – М. ИПК Издательство стандартов. – 1991. – 22 с.

17. ДСТУ ГОСТ 7057-2003. Трактори сільськогосподарські. Методи випробування. – К.: Держспоживстандарт України – 2003. – 13 с.

18. ДСТУ 4521:2006. Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунт. – К.: Держспоживстандарт України. – 2007. – 9 с.

Аннотация

**Пути снижения влияния ходовых систем  
сельскохозяйственных агрегатов на базе автомобильного шасси на почву**

**В.В. Адамчук, С.П. Погорельый, Р.Е. Черняк, С.В. Дунь**

Обосновано одно из направлений снижения влияния ходовых систем мобильных сельскохозяйственных агрегатов, сформированных на базе автомобильных шасси, на выполнении технологических операций как в условиях поля, так и на транспортных операциях при движении по автомобильным дорогам. Проанализированы основные пути, которые могут обеспечить эффективное использование автомобильного шасси в условиях поля и на автомобильных дорогах. Установлено, что наиболее эффективным является оборудование автомобильных шасси широкопрофильными шинами с регулируемым внутренним давлением воздуха и системой контроля-подкачки шин, что дает возможность эффективно использовать шасси как на основных технологических операциях (в поле), так и на транспортных операциях (на автомобильных дорогах). Определено влияние давления воздуха в шине колеса ходовой системы автомобильного шасси КрАЗ-6322 на площадь контакта шины с опорной поверхностью и давлением на ней.

**Ключевые слова:** *ходовая система, автомобильное шасси, шины, давление воздуха в шинах, давление на грант, площадь контакта шин.*

Abstract

**Ways of Reducing Impact of Running Systems of Truck-Mounted Agricultural Units on the Ground**

**V.V. Adamchuk, S.P. Pogorely, R.E. Chernyak, S.V. Dun**

The article gives justification of one of the ways to reduce the impact of running systems of mobile agricultural units based on truck chassis on technological operations in the field conditions and on transport operations when driving on roads. The article analyzes the main ways that can ensure the efficient use of truck chassis in the field and on roads. It is found that the most effective way is to equip truck chassis with wide cross-section tires with adjustable internal air pressure and control system of tire inflation, which enable to use effectively the chassis during the basic technological operations (in the field) as well as during transport operations (on the road). The article determines the influence of air pressure in the tire of running system of truck chassis KrAZ-6322 at the area of tire contact with the supporting surface and its pressure.

**Keywords:** *suspension system, chassis, tires, tire air pressure, grant pressure, contact area of tires.*

**Представлено від редакції: М.А. Подригало / Presented on editorial: M.A. Podrygalo**

**Рецензент: Р.В. Антощенко / Reviewer: R.V. Antoshhenkov**

*Подано до редакції / Received: 08.02.2017*