

Голотюк М.В., Налобіна О.О., Бундза О.З.

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ РУШІЯ ВАЖКИХ ТРАКТОРІВ НА ВЕЛЕЧИНУ ТИСКУ НА ГРУНТ**

Ущільнення ґрунту є фізичним процесом його деградації, що зменшує пористість і, як наслідок, посилює ерозійні процеси та знижує врожайність. Рослини, вирощені на ущільнених ділянках, мають слабший розвиток і меншу життєздатність. Це пояснюється тим, що погіршується газообмін у ґрунті, і це впливає на доступність кисню та інших газів для коріння рослин. Сучасна практика рослинництва показує, що широке використання важких тракторів на полях підвищує інтенсивність і частоту механічного впливу на ґрунт. Багатократне пересування сільськогосподарської техніки призводить до значного ущільнення ґрунту на глибину до 100 см, при цьому машинні коліи можуть займати до 80 % оброблюваної площі. Під дією важкої техніки щільність ґрунту зростає на 20–40 %. Зниження ущільнення ґрунту – одна з важливих стратегій. Удосконалення ходових систем машин і агрегатів, а також зниження їхньої маси відіграють ключову роль у цьому процесі.

У даній роботі встановлено, що виробники важких потужних тракторів постійно шукають шляхи зменшення питомого тиску на ґрунт, зокрема за рахунок зміни конструктивних параметрів, технологій виготовлення, матеріалів складових рушіїв. Ефективність роботи таких тракторів, зокрема, залежить від правильно підібраної колісної комплектації, особливо при виконанні операцій, що вимагають мінімального впливу на ґрунт.

Проаналізовано особливостей конструкцій рушіїв сучасних тракторів значної потужності, які застосовують з метою зниження тиску на ґрунт. Зокрема, проаналізовано моделі колісних рушіїв тракторів потужності 300-500 к.с., виконано розрахунок питомого тиску на ґрунт; проведено порівняння значень питомого тиску на ґрунт тракторів із колісними, напівгусеничними і повногусеничними рушійними потужністю 300-500 к.с.; виконано аналіз за таким самим алгоритмом для тракторів потужністю 500 к.с.

### **ВСТУП**

Ґрунти є важливим джерелом життєво важливих ресурсів для людства. На даний час склалась ситуація, коли наші ґрунти терплять негативний вплив, що веде до значного обмеження забезпеченості людей стратегічно необхідними ресурсами для виживання. Зростання негативного втручання людей у природні процеси привело до посилення опустелювання та деградації земель, тобто до втрати продуктивності ґрунту.

З розвитком технічного прогресу, впровадженням потужної тракторної енергетики інтенсивна дія рушіїв сучасної техніки на ґрунт викликала погіршення її властивостей, що негативно вплинуло на родючість ґрунту та врожай сільськогосподарських культур [1–2]. Особливу небезпеку становить кумулятивний ефект переущільнення ґрунту від повторюваних впливів рушіїв. Ступінь ущільнення залежить від маси трактора, типу рушія, типу ґрунту та технології виконання польових робіт.

Одним із напрямків вирішення проблеми зменшення негативного впливу на ґрунт, підвищення продуктивності сільськогосподарських робіт є удосконалення рушійних систем тракторів із метою зменшення тиску на ґрунт.

### **АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Дослідженням впливу рушійних систем тракторів на ґрунт присвячено роботи Спіріна А.В., М.Я. Довжика О.Ю. Реброва, Антощенко Р. В., Inge Hakansson, A. Słowińska-Jurkiewicz, H. Domażał [3-9] та інших вчених, які доводять, що в процесі обробітку сільськогосподарських культур рушій трактора впливає на фізико-механічні властивості ґрунту, в основному погіршуючи їх. На підставі досліджень встановлено, що підвищення щільності ґрунту, викликане впливом рушіїв тракторів та сільськогосподарських машин, призводить до збільшення твердості ґрунту в 2 - 3 рази. Питомий опір під час обробки орного шару після проходу тракторів підвищується на 15 - 65 % [10]. Також спостерігається зменшення мінералізації органічних речовин, доступності ресурсів для рослин, проникності ґрунту, здатності до проростання зерна, а також розвитку та проникності коренів [11].

Вирішення проблеми ущільнення ґрунтів є предметом наукових досліджень багатьох вчених [12 -16].

S. Mudarisov [12] дослідивши геометрію опорної частини гусеничного трактора прийшов до висновку, що плоска геометрія опорної частини гусеничного трактора з напівжорсткою підвіскою створює максимальний тиск на ґрунт першим та останнім опорними катками, що призводить до

збільшення ущільнення ґрунту. вдосконалення геометрії. На основі експериментальних досліджень автором було розроблено математичну модель, яка розкриває закономірність розподілу тиску по довжині гусениці. Таким чином автор довів можливість зменшення тиску на ґрунт шляхом зміни конструкції опорних гусениць, яке забезпечує раціональним розташуванням центру мас трактора.

У роботі [13] автором доведено ефективність застосування здвоєних шин і баластування трактора для зниження максимального тиску трактора на ґрунт. Автором запропоновано методику вибору маси баластних ваг для установки в дисках задніх коліс та на передню навісну систему трактора.

Ряд вчених [14 -16] теоретичним та експериментальним шляхом досліджували вплив таких параметрів, як тиск в шинах і співвідношення між радіусами передніх і задніх коліс, рисунок протектора тощо на величину тиску на ґрунт.

Як бачимо рушійна система трактора має значний вплив на характеристики його взаємодії з ґрунтом. Особливої актуальності такі дослідження набувають на сучасному етапі, коли перевагу віддають важким тракторам з потужністю 300 й більше к.с. і начною експлуатаційною вагою.

### **ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Метою роботи є аналіз особливостей конструкцій рушіїв сучасних тракторів значної потужності, які застосовують з метою зниження тиску на ґрунт Для досягнення поставленої цілі

- проаналізовано моделі колісних рушіїв тракторів потужності 300-500 к.с.;
- виконано розрахунок питомого тиску на ґрунт;
- проведено порівняння значень питомого тиску на ґрунт тракторів із колісними, напівгусеничними і повногусеничними рушіями потужністю 300-500 к.с.;
- виконано аналіз за таким самим алгоритмом для тракторів потужністю 500 к.с.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Найбільш поширеними є моделі сільськогосподарських тракторів на колісному ході, для яких такий ключовий елемент рушія як шини, забезпечують контакт між шасі та поверхнею дороги. Вони виконують важливі функції — сприймають вагу машини, амортизують нерівності дорожнього покриття, забезпечують зчеплення з дорогою, ефективно гальмування та стійкість під час поворотів.

Як зазначено вище, шини здатні зменшити тиск на ґрунт. Розглянемо їхні особливості. З цією метою проаналізуємо моделі шин тракторів із колісним рушієм потужністю 300 – 500 к.с..

Трактор John Deere моделі 8R 370 (рис.1) потужністю 370 к.с. У даній моделі використано широкопрофільні шини Michelin VF 710/70R42, які спеціально розроблені для тракторів із номінальною потужністю до 550 к.с., забезпечують велике тягове зусилля та захист ґрунту виконуючи польові роботи при дуже низькому тиску від 0.6 бар. Використання трактора з рушіями, що містять такі шини забезпечує зростання врожайності на 4%.



Рисунок 1 – Трактор John Deere моделі 8R 370

Для зменшення тиску в шинах і, відповідно, для збільшення плями контакту з ґрунтом використана система CTIS, яка може змінювати тиск у шинах під час руху, тим самим покращуючи прохідність автомобіля на пересіченій місцевості. Через нижчий тиск шина деформується, і одночасно збільшується площа контакту з ґрунтом.

Також у даній моделі використовуються флотаційні шини Flotation 4WD, які розроблені для роботи на м'яких ґрунтах з мінімальним тиском під час кочення. Рисунок центральної частини протектора утворює щільне взаємне зачеплення та вигнуту лінію, що забезпечує низьке спрацювання поверхонь шини на твердих покриттях.

Трактор Fendt 930 Vario (рис.2) номінальної потужності 300 к.с. із колісним рушієм. Застосовано радіальні VF/IF шини, які сприймають на 20% більше навантаження при тому ж тиску в насосі, що й звичайна радіальна шина. Шини IF/VF здатні працювати за порівняно низького тиску в шинах і витримувати великі навантаження завдяки здатності їхньої боковини працювати при значному згинанні (звідси й термін «згинання» в їхній номенклатурі) [17]. Шини IF/VF розроблені з урахуванням вимог, що виникають у зв'язку з використанням сільськогосподарської техніки, яка постійно стає більшою, важчою та потужнішою. На рис.3 зображено різницю тиску в шині Standard Ag та IF Ag.



Рисунок 2 - Трактор Fendt 930 Vario

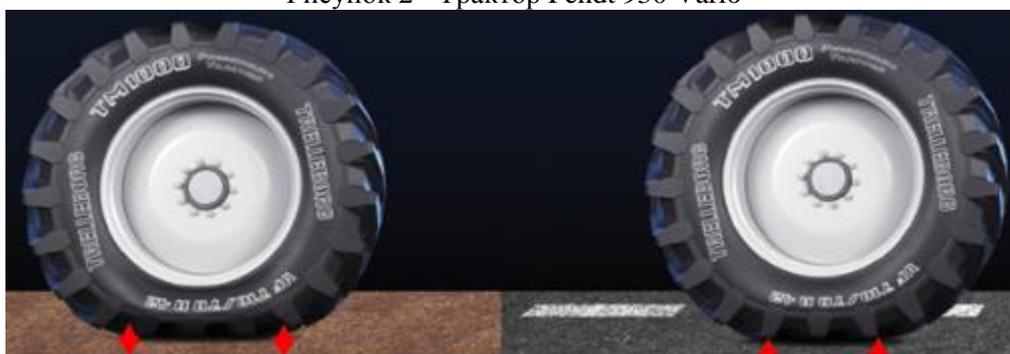


Рисунок 3 – Тиск в шині Standard Ag та IF Ag

Трактор New Holland T8.435 з номінальною потужністю 380 к.с. (рис. 4). Рушій колісний, оснащено шинами Michelin Axiobib 2 VF або Bridgestone VT-Tractor, які знижують ущільнення ґрунту.

Шини Michelin Axiobib 2 VF є новітнім продуктом Іспанського виробника Michelin із радіальною конструкцією каркасу розроблені спеціально для сільськогосподарської техніки. Застосування шин дозволяє збільшити на 4% врожайність завдяки захисту ґрунту від ущільнення та утворення колії [18].



Рисунок 4 - Трактор New Holland T8.435

Трактор Case IH Magnum 380 (рис.5). Case IH Magnum AFS Connect – застосовує Firestone Destination Farm IF або Trelleborg TM150 VF, що забезпечують великий контакт із ґрунтом при низькому тиску.



Рисунок 5 - Трактор Case IH Magnum 380

Шини Firestone Destination Farm IF виготовлені за інноваційною технологією AD2, мають підсилений борт обода й забезпечують рівномірну площу контакту з ґрунтом. Шини мають оригінальну багатокуткову конфігурацію протектора із збільшенням висоти від краю до центру колеса.

Аналіз шин колісних тракторів потужністю 300-500 к.с. відомих виробників John Deere, CLAAS, Fendt, New Holland, Case IH дозволив встановити тип шин, які виробники використовують для забезпечення збереження ґрунтів за рахунок вирішення проблеми зменшення тиску на ґрунт. Деякі особливості шин приведено нижче (табл. 1).

Таблиця 1 Шини, як засіб вирішення проблеми ґрунтозбереження

№ за порядком	Тип шин	Коротка характеристика	Суттєва перевага
1	Широкопрофільні (flotation tires)	Велика ширина і площа контакту з ґрунтом	Зменшують питомий тиск, підходять для м'яких ґрунтів
2	Радіальні шини з низьким тиском (IF / VF технології)	IF — Increased Flexion, VF — Very High Flexion	Дозволяють працювати при зниженому тиску без втрати вантажопідйомності
3	Шини з системою регулювання тиску (CTIS)	Можна з кабіни змінювати тиск залежно від умов	Оптимізує зчеплення й знижує ущільнення ґрунту

Для більш поглибленого аналізу нами виконано розрахунок питомого тиску на ґрунт для кожної з наведених моделей тракторів.

Для розрахунку використано показники виробників:

- маса трактора (без додаткового баласту);
- робочий тиск у шинах.

Величина площі плями контакту визначалась як відношення ваги трактора до величини робочого тиску.

### ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати оцінювання площі плями контакту шин із ґрунтом і величини питомого тиску наведено в таблиці 2.

Графічна інтерпретація отриманих результатів подана на рис. 6.

Таблиця 2 – Результати визначення питомого тиску а ґрунт

Виробник	Модель	Маса (кг)	Тиск в шинах (бар)	Орієнтована контактна площа (м <sup>2</sup> )	Питомий тиск (кг/см <sup>2</sup> )
John Deere	8R 370	12 700	1.2	1.038	1.224
John Deere	8R 370	12 700	0.8	1.557	0.816
Fendt	930 Vario	10 260	1.2	0.839	1.224
Fendt	930 Vario	10 260	0.8	1.258	0.816
New Holland	T8.435	11 880	1.2	0.971	1.224
New Holland	T8.435	11 880	0.8	1.457	0.816
Case IH	Magnum 380	14 605	1.2	1.194	1.224
Case IH	Magnum 380	14 605	0.8	1.791	0.816
CLAAS	Axion 960 Terra Trac	16 200	1.2	1.324	1.224
CLAAS	Axion 960 Terra Trac	16 200	0.8	1.987	0.816

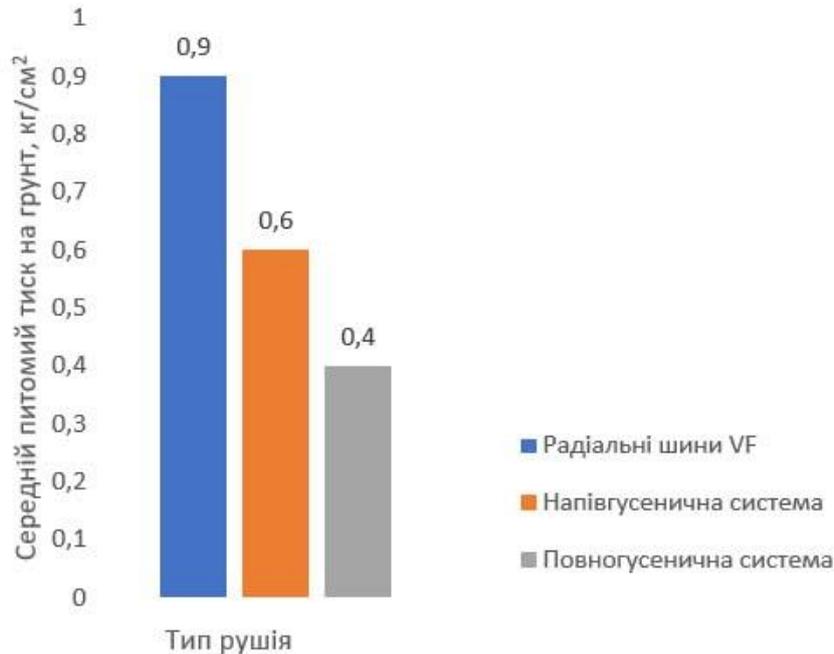


Рисунок 6 – Середній питомий тиск на ґрунт для різних типів рушіїв тракторів із номінальною потужністю 300-500 к.с.

Також були проведені розрахунки для тракторів із півгусеничними повногусеничними рушіями. Порівняння отриманих результатів наведено на рис. 6. Для аналізу розглядалися гусеничні системи Rowtrac (рис. 7), SmartTrac



Рисунок 7 – Трактор на півгусеничному ході системи Rowtrac

Також нами виконано аналіз ходових систем тракторів потужністю 500 к.с. Виконано обрахунки для моделей відомих виробників тиску на ґрунт. Результати наведено нижче в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати оцінювання площі плями контакту та тиску для тракторів потужністю 500 к.с.

Модель трактора	Маса, кг	Колеса 1.2 бар, м <sup>2</sup>	Колеса 0.8 бар, м <sup>2</sup>	Гусениця 40 кПа, м <sup>2</sup>	Гусениця 49 кПа, м <sup>2</sup>
Case IH Steiger 620 Quadtrac	22 120	1.808	2.712	5.425	4.428
Питомий тиск, кг/см <sup>2</sup>	-	1,223	0,8156	0,4077	0,0479
John Deere 9R 640	21 174	1.731	2.596	5.193	4.240
Питомий тиск, кг/см <sup>2</sup>	-	1,2232	0,8156	0,4077	0,4994
New Holland T9.670	25 401	2.077	3.115	6.230	5.086
Питомий тиск, кг/см <sup>2</sup>	-	1,2229	0,8154	0,4077	0,4994
CLAAS Xerion 5000	16 570	1.355	2.032	4.064	3.317
Питомий тиск, кг/см <sup>2</sup>	-	1,2229	0,8155	0,4077	0,4995
Challenger MT875E	19 321	1.579	2.369	4.738	3.868
Питомий тиск, кг/см <sup>2</sup>	-	1,2236	0,8156	0,4077	0,4995

Як видно з таблиці, перехід із колісної на напівгусеничну або гусеничну ходову систему суттєво збільшує площу контакту з ґрунтом і, відповідно, приводить до зменшення питомого тиску на ґрунт, зменшуючи ущільнення.

#### ВИСНОВКИ

1. Використання напівгусеничних або гусеничних рушіїв для важких тракторів дозволяє суттєво збільшити площу контакту, в середньому у 2,5–3 рази, з ґрунтом у порівнянні з колісними.

2. Зменшення тиску в шинах з 1.2 до 0.8 бар дозволяє також зменшити тиск на ґрунт, в середньому на 33-40%.

3. За умови досягнення мінімально можливого ущільнення ґрунту рекомендовано застосовувати півгусеничні або гусеничні системи Rowtrac, SmartTrac.

4. За потреби значного зменшення тиску на ґрунт рекомендовано для колісних рушіїв обирати шини широкого профілю (flotation), а також VF-шини.

#### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Zoran I. Mileusnić, Elmira Saljnikov, Rade L. Radojević, Dragan V. Petrović, Soil compaction due to agricultural machinery impact, Journal of Terramechanics, Volume 100, 2022, Pages 51-60, ISSN 0022-4898, <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2021.12.002>.

2. João Augusto Coblinski, Sylwia Pindral, Grzegorz Siebielec, Soil resilience to degradation in Poland by 2050 under climate and land use change, CATENA, Volume 260, 2025, 109463, ISSN 0341-8162,

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.109463>.

3.Спірін А.В., Кучковський С.М. Взаємодія колеса трактора з ґрунтом. Матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 64)" / Збірник тез доповідей: випуск 64 (м. Тернопіль, 10 грудня 2021 р.). –Тернопіль. – 2021. С.131 – 133.

4.Довжик М.Я. Напряженно-деформированное состояние грунта под следом колеса транспортного средства /М.Я. Довжик, Б.Я. Татьяначенко, А.А. Соларев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 57-62.

5.Ребров О. Ю. Оціночний аналіз дії на ґрунт ходових систем колісних сільськогосподарських тракторів. / О.Ю. Ребров, Б.І. Кальченко, В.А. Макаров та ін. // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Автомобіле – та тракторобудування: зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – № 1 (2022). – С. 36-43.

6.Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

7.Inge Håkansson, Ward B. Voorhees, Hugh Riley, Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes, Soil and Tillage Research,

8.V. 11, Issues 3–4, 1988, P. 239-282, ISSN 0167-1987, [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(88\)90003-7](https://doi.org/10.1016/0167-1987(88)90003-7).

9.A. Słowińska-Jurkiewicz, H. Domażał, The structure of the cultivated horizon of soil compacted by the wheels of agricultural tractors, Soil and Tillage Research, V. 19, Issues 2–3, 1991, P. 215-226, ISSN 0167-1987, [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90089-G](https://doi.org/10.1016/0167-1987(91)90089-G).

10.Кушнарєв, А.С. Механіко-технологічні основи обробки ґрунту / А.С. Кушнарєв, В.И. Кочев. -Киев: Урожай, 1989. -144 с.

11.H. Mohieddinne, A. Yatskul, C. Ugarte, at all. Trade-off between agronomical and energetical performances during barley sowing varying adjustable parameters in a tractor-tire-tool system, Soil and Tillage Research, V. 226, 2023, 105582. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105582>.

12.S. Mudarisov, I. Gainullin, I. Gabitov at all. Soil compaction management: Reduce soil compaction using a chain-track tractor. Journal of Terramechanics, V. 89, 2020, P. 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2020.02.002>

13.О. Ребров. Баластування та здвоєння шин колісних сільськогосподарських тракторів за умов виконання агроекологічних норм дії на ґрунт. // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Автомобіле – та тракторобудування: зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – № 2 (2022). – С. 36-43. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-6840.2022.2.11>

14.L. Angelucci, M. Varani, F. Pinet at all. The role of tyres and soil conditions in enhancing the efficiency of agricultural tractors. Soil and Tillage Research, V. 251, 2025, 106570, <https://doi.org/10.1016/j.still.2025.106570>.

15.A. Grecenko, P. Prikner. Tire rating based on soil compaction capacity. Journal of Terramechanics, V. 52, 2014, P. 77-92. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2013.08.001>.

16.A.C. Bailey, R.L. Raper, T.R. Way, E.C. Burt, C.E. Johnson. Soil stresses under a tractor tire at various loads and inflation pressures. Journal of Terramechanics, V. 33, Issue 1, 1996, P. 1-11, [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(96\)00004-3](https://doi.org/10.1016/0022-4898(96)00004-3).

## REFERENCES

1. Zoran I. Mileusnić, Elmira Saljnikov, Rade L. Radojević, Dragan V. Petrović, Soil compaction due to agricultural machinery impact, Journal of Terramechanics, Volume 100, 2022, Pages 51-60, ISSN 0022-4898, <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2021.12.002>.

2.J. A. Coblinski, Sylwia Pindral, Grzegorz Siebielec, Soil resistance to degradation in Poland until 2050 under conditions of climate change and land use, CATENA, vol. 260, 2025, 109463, ISSN 0341-8162, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.109463>.

3.Spirin A.V., Kuchkovsky S.M. Interaction of tractor wheels with soil. Materials of the International Scientific Internet Conference “Information Society: Technological, Economic, and Technical Aspects of Formation (Issue 64)” / Collection of abstracts: Issue 64 (Ternopil, December 10, 2021). –Ternopil. – 2021. P. 131–133.

4. Dovzhyk M.Ya. Stress-strain state of soil under the wheel track of a vehicle / M.Ya. Dovzhyk, B.Ya. Tatiachenko, A.A. Solarev // Scientific and technical progress in agricultural production. – Minsk: BGATU, 2013. – P. 57-62.

5. Rebrov O. Yu. Estimative analysis of the impact of wheeled agricultural tractor running systems on soil. / O.Yu. Rebrov, B.I. Kalchenko, V.A. Makarov et al. // Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Automobile and Tractor Engineering: Collection of Scientific Papers. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2023. – No. 1 (2022). – Pp. 36-43.

6. Antoshchenko R. V., Galich I. V., Cherevatenko G. I. Dynamics and energy of the movement of a machine-tractor unit taking into account the profile of the supporting surface: monograph. – Kharkiv: DBTU, 2024. – 100 p.

7. Inge Håkansson, Ward B. Voorhees, Hugh Riley, Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes, Soil and Tillage Research,

8. V. 11, Issues 3–4, 1988, P. 239-282, ISSN 0167-1987, [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(88\)90003-7](https://doi.org/10.1016/0167-1987(88)90003-7).

9. A. Słowińska-Jurkiewicz, H. Domażał, The structure of the cultivated horizon of soil compacted by the wheels of agricultural tractors, Soil and Tillage Research, V. 19, Issues 2–3, 1991, P. 215-226, ISSN 0167-1987, [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90089-G](https://doi.org/10.1016/0167-1987(91)90089-G).

10. Kushnarev, A.S. Mechanical and technological foundations of soil cultivation / A.S. Kushnarev, V.I. Kochev. -Kyiv: Urozhay, 1989. -144 p.

11. H. Mohieddinne, A. Yatskul, C. Ugarte, at all. Trade-off between agronomical and energetical performances during barley sowing varying adjustable parameters in a tractor-tire-tool system, Soil and Tillage Research, V. 226, 2023, 105582. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105582>.

12. S. Mudarisov, I. Gainullin, I. Gabitov at all. Soil compaction management: Reduce soil compaction using a chain-track tractor. Journal of Terramechanics, V. 89, 2020, P. 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2020.02.002>

13. O. Rebrov. Ballast and doubling of tires of wheeled agricultural tractors under the conditions of fulfilling agroecological norms of action on the soil. // Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Automobile and tractor construction: collection of scientific works - Kharkiv: NTU "KhPI", 2023. - No. 2 (2022). - P. 36-43. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-6840.2022.2.11>

14. L. Angelucci, M. Varani, F. Pinet at all. The role of tyres and soil conditions in enhancing the efficiency of agricultural tractors. Soil and Tillage Research, V. 251, 2025, 106570, <https://doi.org/10.1016/j.still.2025.106570>.

15. A. Grecenko, P. Prikner. Tire rating based on soil compaction capacity. Journal of Terramechanics, V. 52, 2014, P. 77-92. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2013.08.001>.

16. A.C. Bailey, R.L. Raper, T.R. Way, E.C. Burt, C.E. Johnson. Soil stresses under a tractor tire at various loads and inflation pressures. Journal of Terramechanics, V. 33, Issue 1, 1996, P. 1-11, [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(96\)00004-3](https://doi.org/10.1016/0022-4898(96)00004-3)

#### ***Holotiuk M., Nalobina O., Bundza O. Analysis of the influence of traction system elements of heavy tractors on soil pressure***

Soil compaction is a physical process of soil degradation that reduces its porosity and, as a result, intensifies erosion processes and decreases crop yields. Plants grown on compacted areas exhibit weaker development and lower vitality. This occurs because gas exchange in the soil deteriorates, affecting the availability of oxygen and other gases to plant roots. Modern crop production practices show that the widespread use of heavy tractors in fields increases both the intensity and frequency of mechanical impact on the soil. Repeated movement of agricultural machinery leads to significant compaction of the soil to a depth of up to 100 cm, while machine tracks may occupy up to 80% of the cultivated area. Under the influence of heavy machinery, soil density has increased by 20–40%. Reducing soil compaction is therefore one of the key strategies for sustainable land use. Improving the running systems of machines and implements, as well as reducing their overall weight, plays a crucial role in this process.

This study established that manufacturers of heavy, high-power tractors are constantly seeking ways to reduce the specific pressure exerted on the soil, particularly through modifications in design parameters, production technologies, and materials used in drive components. The efficiency of such tractors depends significantly on the proper selection of wheel configurations, especially during operations that require minimal soil impact.

The study analyzed the structural features of traction systems in modern high-power tractors designed to reduce ground pressure. In particular, models of wheeled tractors with an engine power of 300–500 hp were examined; the specific ground pressure was calculated; and the obtained values for tractors with wheeled, semi-tracked, and fully tracked propulsion systems (in the 300–500 hp range) were compared. A similar analysis was also carried out for tractors with a power output of 500 hp.

*ГОЛОТЮК Микола Віталійович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [m.v.holotiuk@nuwm.edu.ua](mailto:m.v.holotiuk@nuwm.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0003-3661-4437>

*НАЛОБІНА Олена Олександрівна*, доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри агроінженерії, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [o.o.nalobina@nuwm.edu.ua](mailto:o.o.nalobina@nuwm.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0003-1661-7331>

*БУНДЗА Олег Зіновійович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [o.z.bundza@nuwm.edu.ua](mailto:o.z.bundza@nuwm.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0003-3770-0273>

*Mykola HOLOTIUK*, PhD in Eng., associate Professor of the Department of Agricultural Engineering, National University of Water and Environmental Engineering, e-mail: [m.v.holotiuk@nuwm.edu.ua](mailto:m.v.holotiuk@nuwm.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0003-3661-4437>

*Olena NALOBINA*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Agricultural Engineering, National University of Water and Environmental Engineering, e-mail: [o.o.nalobina@nuwm.edu.ua](mailto:o.o.nalobina@nuwm.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0003-1661-7331>

*Oleh BUNDZA*, PhD in Eng., associate Professor of the Department of Agricultural Engineering, National University of Water and Environmental Engineering, e-mail: [o.z.bundza@nuwm.edu.ua](mailto:o.z.bundza@nuwm.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0003-3770-0273>

Дата надходження статті до видання: 22.10.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2025

DOI 10.36910/automash.v2i25.1919