

М.Є. СЕРГІЄНКО, М.Г. МЕДВЕДЄВ, А.М. СЕРГІЄНКО, О. І. НАЗАРОВ, Є.С. ПЕЛИПЕНКО

ВПЛИВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ НА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ

Сільському господарству необхідні як колісні, так і гусеничні трактори, тому що не всі операції раціонально виконувати лише колісними машинами. Перед виконанням сільськогосподарських операцій необхідно попередньо комплексно оцінювати наслідки зміни стану ґрунту після обробки, вибираючи заздалегідь раціональний тип трактора та знаряддя. При виконанні енергоємних операцій необхідно прагнути використовувати трактори з гусеничним рушієм. Сільгоспідприємствам необхідно рекомендувати оптимальний склад парку машин залежно від виду ґрунтів, площ оброблюваних полів, номенклатури культур, що вирощуються та вирішувати завдання тривалого та ефективного використання родючих земель, враховуючи при цьому не лише витрати та врожайність, а й негативний вплив на ґрунт. Внаслідок цього підвищиться врожайність, буде збережена родючість ґрунтів, знизяться експлуатаційні витрати, підвищиться продуктивність МТА. Дані міркування слід враховувати і щодо ніші гусеничних машин у виробництві та формуванні парку тракторів.

Ключові слова: трактор, ущільнення, вага трактора, потужність двигуна, енергонасиченість трактора, ходова

Н.Е. СЕРГИЕНКО, Н.Г. МЕДВЕДЕВ, А.Н. СЕРГИЕНКО, А.И. НАЗАРОВ, Е.С. ПЕЛИПЕНКО

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ НА УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВЫ

Сельскому хозяйству необходимы как колесные, так и гусеничные трактора, так как не все операции рационально выполнять только колесными машинами. Перед выполнением сельскохозяйственных операций необходимо предварительно комплексно оценивать последствия изменения состояния почвы после обработки, выбирая заранее рациональный тип трактора и орудия. При выполнении энергоемких операций необходимо стремиться использовать трактора с гусеничным двигателем. Сельхозпредприятиям необходимо рекомендовать оптимальный состав парка машин в зависимости от вида почв, площадей обрабатываемых полей, номенклатуры возделываемых культур и решать задачу длительного и эффективного использования плодородных земель, учитывая при этом не только затраты и урожайность, а и негативное воздействие на почву. В результате этого повысится урожайность, сохранится плодородие почв, снизятся эксплуатационные затраты, повысится производительность МТА. Данные соображения следует учитывать и при определении ниши гусеничных машин в производстве и формировании парка тракторов.

Ключевые слова: трактор, уплотнение, вес трактора, мощность двигателя, энергонасыщенность трактора, ходовая

N. SERGIENKO, N. MEDVEDEV, A. SERGIENKO, A. NAZAROV, E. PELYPENKO

INFLUENCE OF AGRICULTURAL TRACTORS ON SOIL COMPACTION

Agriculture needs both wheeled and tracked tractors, as not all operations are rational to perform only wheeled machines. Before carrying out agricultural operations, it is necessary to comprehensively assess the consequences of changes in soil condition after tillage, choosing in advance a rational type of tractor and implements. When performing energy-intensive operations, it is necessary to try to use a tractor with a caterpillar engine. Agricultural enterprises need to recommend the optimal composition of the fleet depending on the type of soil, area of cultivated fields, the range of crops and solve the problem of long and efficient use of fertile land, taking into account not only costs and yields, but also negative impact on soil. As a result, productivity will increase, soil fertility will be preserved, operating costs will be reduced, and AIT productivity will increase. These considerations should be taken into account when determining the niche of tracked vehicles in the production and formation of the tractor fleet.

Keywords: tractor, seal, tractor weight, engine power, tractor energy saturation, running gear

Вступ. Ходові системи сільськогосподарської техніки ущільнюють ґрунт до величини, що значно перевищує оптимальну щільність, це погіршує її пористість, вологоємність, шпаруватість, біологічну активність. Через це зменшується швидкість фільтрації води більш ніж у 3...7 разів, погіршується газообмін, знижується інтенсивність перебігу біологічних процесів у ґрунті. Уповільнюються процеси амоніфікації та нітрифікації, зменшується надходження азоту в рослину, знижується польова схожість насіння, ускладнюється зростання кореневої системи, погіршується споживання вологи та поживних речовин [1, 2 та ін.]. У разі підвищення щільності на 1,17...1,20 г/см³ чисельність основних фізіологічних груп мікроорганізмів знижується більш ніж 2 рази [2, 3]. Усе це призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур [4, 5]. В даний час ущільнення ґрунту вважається серйозною формою деградації ґрунту, яка може мати серйозні економічні та екологічні наслідки у світовому сільському господарстві через її вплив на структуру ґрунту, зростання рослин та екологічні явища.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Аналіз роботи агрегатів з колісними та гусеничними тракторами різних тягових класів при вирощуванні озимої пшениці, цукрових буряків, кукурудзи, картоплі та овочів показав, що площа ріллі, яка багаторазово ущільнюється ходовими системами тракторів та робочих машин, в 1,5...4,5 рази більша її геометричної величини, оскільки кількість проходів за одним слідом становить 8...16 разів [6]. Істотний вплив на ущільнення ґрунту мають ковзання ведених коліс та буксування ведучих коліс і гусениць. Буксування в 30% викликає додаткове ущільнення ґрунтів, особливо вологих. Порівняння гусеничних та колісних рушіїв тракторів показує, що при роботі на м'якій нерівній поверхні, якою майже завжди є поверхня полів, у гусеничних тракторів граничне буксування не перевищує 6...8%, тоді як буксування колісних тракторів може досягати 25...30% за номінального тягового зусилля [7, 8].

Важливу роль в ущільненні ґрунту грають також тиск на ґрунт, кількість проходів та властивості ґрунту (вологість, структура, міцність, щільність). Ущільнення ґрунту в різних сільськогосподарських районах розглянуто у роботі [9].

Якісне регулювання кожної конкретної технології обробки ґрунту має вирішальне значення для фізичних параметрів ґрунту. У роботі [10] виконано огляд підходів до аналізу якості техніки для обробки ґрунту. Встановлено взаємозв'язки між основними робочими параметрами застосовуваної техніки та подальшим станом ґрунту. Оцінено статистичні показники характеру розподілу ґрунтових частинок, що ґрунтуються на безрозмірних статистичних параметрах вищого порядку.

Важливість вибору методів оцінки ущільнюючого впливу на основі раніше розроблених показників, методик розв'язання задачі показано на роботах [11,12].

Дослідження процесу взаємодії рушія з ґрунтом при неодноразових проходах по одному сліду [13] показує ступінь зростання дії рушіїв на ґрунт. Ці результати можна використовувати при створенні ходових систем та вдосконаленні технології обробітку ґрунту.

У роботах [14-16] проведено дослідження впливу типу, параметрів ходових систем та навантажувальних режимів тракторів на ущільнення, а також урожайність.

Вибір раціональних параметрів ходових систем тракторів та дослідження показників взаємодії з ґрунтом [17,18] стає особливо важливим на етапі створення та вдосконалення ходових систем машин. Доцільним при цьому стає порівняння показників машин різних конструктивних схем і ходових систем [19].

Роботи з дослідження варіантів ходових систем та їх впливу на характеристики ґрунту в даний час є актуальними, а їх результати можуть сприяти вибору раціонального складу парку тракторів, підвищення родючості ґрунтів та зниження експлуатаційних витрат.

Мета та постановка задачі. Мета роботи – аналіз та оцінка впливу тракторів на ущільнення ґрунту при обробці сільськогосподарських угідь.

Основна частина. Головні переваги гусеничного рушія в порівнянні з колісним при роботі на ґрунті, що деформується, полягають у тому, що він має нижчий коефіцієнт опору руху і більш високий коефіцієнт зчеплення з ґрунтом. Малий питомий тиск і рух опорних котків по гусениці замість пухкого ґрунту зменшують вплив, що ущільнює ґрунт і витрати потужності на переміщення трактора. Так, гусеничний трактор витрачає на своє самопересування по стерні під час роботи з нормальним навантаженням близько 9...14% потужності двигуна, а колісний трактор у тих самих умовах – 15...19%. Для зменшення ущільнення ґрунту колісними тракторами використовують широкопрофільні шини або здвоєні колеса. З одного боку, це сприяє зменшенню впливу ущільнювача, а з іншого боку збільшує площу ущільненого ґрунту на полі [8, 11].

За даними головного управління агропромислового розвитку Харківської області на полях площею 1914535 га, налічувалося 11642 одиниці тракторної техніки. Орієнтовна структура парку показана на рис. 1.

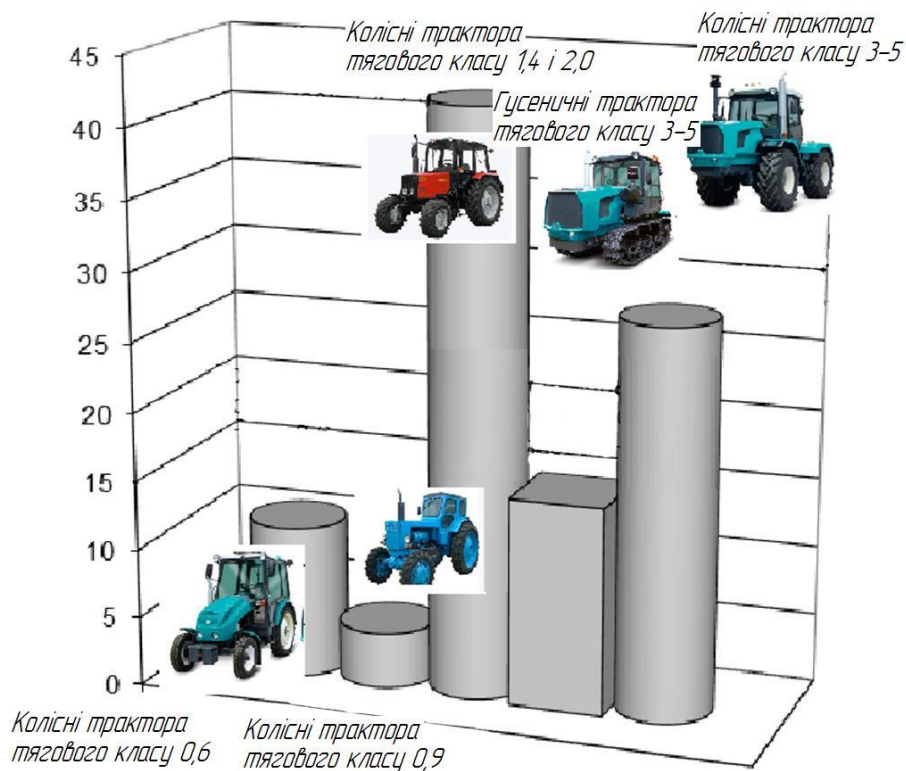


Рис. 1– Структура парку тракторів у Харківській області

Як видно, переважно використовуються колісні трактори (див. рис. 1).

Показники впливу на ґрунт деяких гусеничних та колісних тракторів різних тягових класів наведено у табл. 1 [16]. Найменший негативний вплив на ґрунт забезпечується при застосуванні гусеничних тракторів. У цьому випадку під час весняно-польових робіт забезпечується зниження питомого тиску на ґрунт у 5-5,4 рази порівняно із застосуванням тракторів модифікацій К-701 та К-744, ущільнення ґрунту при одноразовому проході гусеничного трактора нижче на 20-30% порівняно з «Кіровцем».

Таблиця 1 – Вплив рушіїв тракторів на ґрунт

Марка трактора	Вага, кг	Питомий тиск рушіїв, МПа	Ущільнення ґрунту при одному проході трактора, г/см ³
ДТ-75М	7000	0,05	1,15
Т-4А	8300	0,05	1,2
МТЗ-80	3600	0,12	1,32
Т-150К	8200	0,14–0,2	1,35
К-701	13 500	0,15–0,25	1,42
К-744Р2	15 700	0,16–0,26	1,5
К-744Р3	17 500–20 000	0,17–0,27	1,55

В останні 10-15 років широкого поширення набуло використання в ходових системах тракторів, комбайнів та іншої техніки змінних рушіїв, зокрема замість колеса встановлюються гусениці-треки трикутного обводу (рис. 2).



Рис. 2 – Трактор ХТЗ-280Т зі змінними ходовими системами та варіант змінного гусеничного рушія

За даними німецької компанії *Grasdorf Wennekamp*, при використанні на тракторах широкопрофільних шин низького тиску продуктивність збільшується на 40%, а витрати знижуються на 30%, а при використанні здвоєних коліс продуктивність збільшується на 80%, а витрати знижуються на 45% (табл. 2).

Використання змінного рушія дозволяє додатково покращити вищезазначені показники, але при цьому зростає вартість трактора та експлуатаційні витрати.

Таблиця 2 – Результати порівняльного аналізу роботи тракторів в залежності від типу шин (дані компанії *Grasdorf Wennekamp*)

Шини	Продуктивність, %	Витрати на експлуатацію, %
Стандартні шини з високим тиском	100	100
Стандартні шини зі знизеним тиском	112	90
Широкопрофільні шини	144	69
Здвоєні колеса спереду та ззаду	181	55

Для оцінки ущільнюючої дії автор роботи [11, 12] ввів показник U , кН/м. Значення U визначається за формулою:

$$U = \omega \cdot b \cdot q_{max} (1 + \chi \cdot \lg N), \quad (1)$$

де ω – коефіцієнт, що залежить від розміру та форми опорної поверхні рушія; b – ширина рушія, м; q_{max} – максимальний тиск на ґрунт, кПа; χ – коефіцієнт інтенсивності накопичення незворотної деформації ґрунту при повторних навантаженнях; $\lg N$ – десятковий логарифм числа повторних проходів рушія по одному сліду.

Для оптимального функціонування системи «рушія – ґрунт» необхідне виконання умови $U \leq [U] = 75$ кН/м. Останнє задає зону допустимого впливу рушія сільськогосподарських тракторів на ґрунт.

Мінімальне ущільнення ґрунту створюють гусеничні трактори. У зв'язку з цим було проаналізовано їхні моделі з різними видами підвісок.

Залежність урожайності (на прикладі ячменю) від рівня впливу рушіїв гусеничних сільськогосподарських тракторів на ґрунт показано на рис. 3.

На рис. 4 представлено порівняння рівня ущільнюючого впливу гусеничних тракторів з різними видами підвісок під час роботи з навантаженням на тягово-зчіпному пристрої.

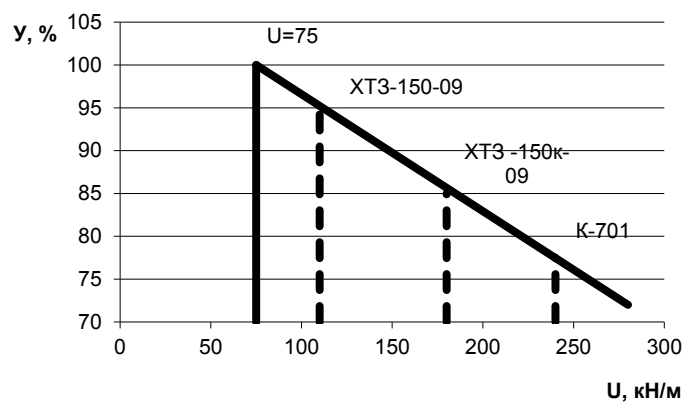


Рис. 3 – Залежність урожайності ячменю від ущільнюючої дії рушіїв:
 y – врожайність, %; U – ущільнююча дія на ґрунт, кН/м

Значимо, що трактор з п'ятикатковою комбінованою ходовою системою (при рекомендованих характеристиках двох передніх балансирних підвісок і торсіонної підвіски заднього опорного котка [17, 18]) має практично такий же вплив на ґрунт, як і машини з 6-ти 8-котковими ходовими системами.

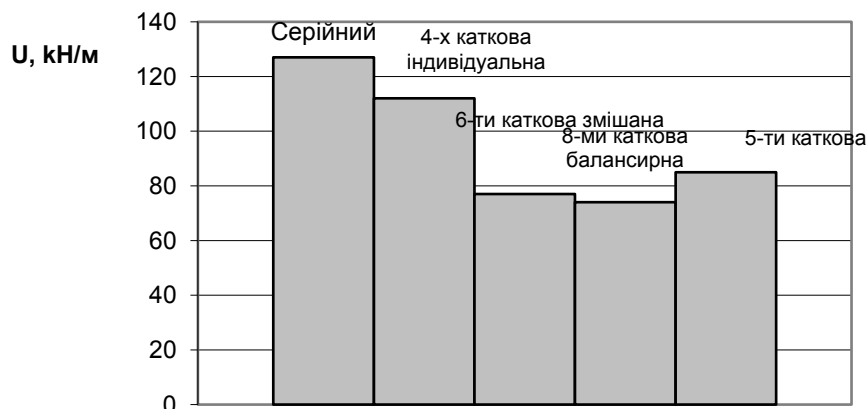


Рис. 4 – Ущільнююча дія гусеничних тракторів

При силі тяги на гаку, що дорівнює 36 кН, мінімальний ущільнюючий вплив на ґрунт надає трактор із восьмикотковою ходовою системою. Мінімальні витрати на зміну серійної конструкції моделей типу Т-150 та отримання результату, близького за рівнем ущільнюючого

впливу, спостерігається при використанні п'ятикотової ходової системи, що робить доцільним використання трактора з такою підвіскою (індивідуальною або комбінованою). При цьому його ущільнююча дія на ґрунт близька до допустимого рівня.

Як відомо трактори високого тягового класу використовуються для обробки важких вологих ґрунтів, тому що на таких ґрунтах виникають великі тягові опори.

Розглянемо такий вид операції як оранка. Для порівняльної характеристики скористаємося плугом ПН-5-35 (плуг навісний п'ятикорпусний). Він агрегується як із колісними, так і гусеничними тракторами.

Характеристика плуга:

- ширина захвату 1,75 м;
- глибина обробки 0,35 м;
- робоча швидкість до 10 км/год.

В реальних умовах експлуатації швидкість обробки ґрунту становить 6...8 км/год.

Порівняємо сили опору різних видів ґрунту при використанні даного плуга. Результати порівняння показані у табл. 3 та на рис. 5.

Таблиця 3 – Сила опору ґрунту (п'ятикорпусний плуг)

Тип ґрунту	Агрофон	Коефіцієнт питомого опору, mPa		Сила опору обробці ґрунту з п'ятикорпусним плугом, kH	
		суглинки важкі	суглинки легкі	суглинки важкі	суглинки легкі
Чорнозем	Стерня	0,064	0,054	39,20	33,075
Каштанові		0,065	0,054	39,81	33,07
Сірі		0,068	0,052	41,65	31,85
Дерново-підзолисті		0,057	0,045	34,91	27,56
Сіроземи		0,057	0,045	34,91	27,56

Результати для аналогічного шестикорпусного плуга показано у табл. 4 та на рис. 5.

Таблиця 4 – Сила опору ґрунту (шестикорпусний плуг)

Тип ґрунту	Агрофон	Коефіцієнт питомого опору, mPa		Сила опору обробці ґрунту з п'ятикорпусним плугом, kH	
		суглинки важкі	суглинки легкі	суглинки важкі	суглинки легкі
Чорнозем	Стерня	0,064	0,054	47,04	39,6
Каштанові		0,065	0,054	47,8	39,6
Сірі		0,068	0,052	49,9	38,22
Дерново-підзолисті		0,057	0,045	41,9	33,1
Сіроземи		0,057	0,045	41,9	33,1

На рис. 5 представлені залежності між питомим опором та силою опору обробці ґрунтів з 5-ти та 6-ти корпусними плугами.

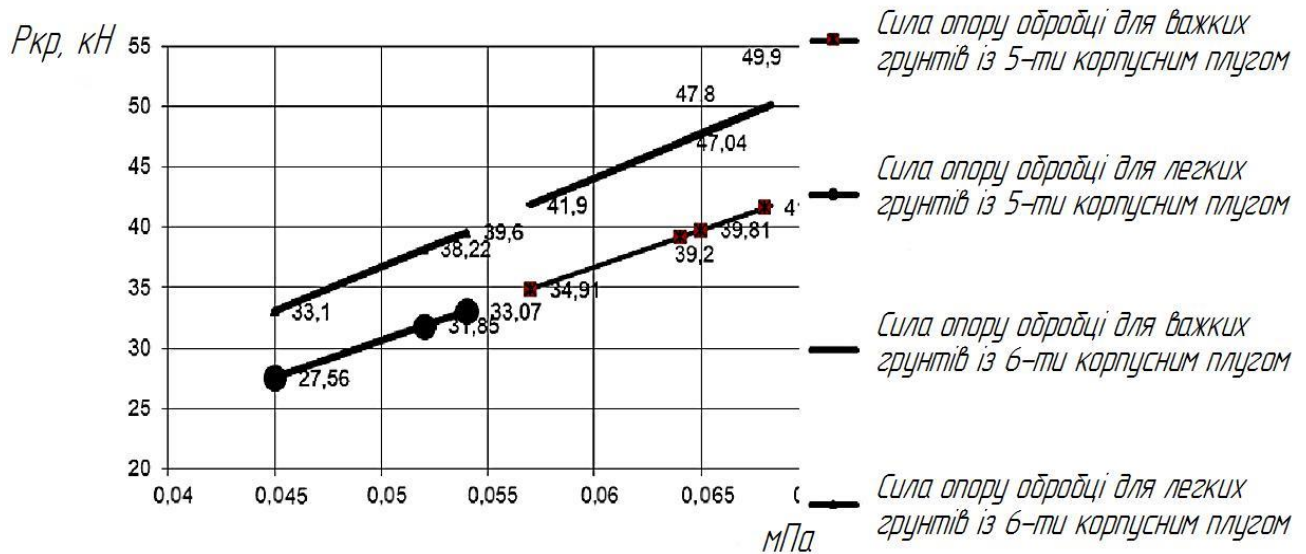


Рис. 5 – Залежність між питомим опором та силою опору обробці ґрунтів при роботі з 5-ти та шестикорпусними плугами

За отриманими результатами видно, що сила тяги на оранці коливається в межах 30...50 кН. Переважно цей плуг встановлюється на колісні трактори. Це пов'язано з тим, що колісні трактори пристосовані пересуватися як по дорогах загального призначення, так і по полях. Трактори колісні та гусеничні виконують поставлені завдання. Однак обробка ґрунту проводиться у весняний та осінній період року, коли ґрунт має підвищену щільність або вологість, внаслідок чого рух машини супроводжується максимальним буксуванням особливо великим у колісного рушія. Як результат – підвищене ущільнення ґрунту з віддаленими наслідками у вигляді погіршення родючості ґрунту та зниження врожайності.

Висновок. Сільському господарству необхідні як колісні, так і гусеничні трактори, тому що не всі операції раціонально виконувати лише колісними машинами. Перед виконанням сільськогосподарських операцій необхідно попередньо комплексно оцінювати наслідки зміни стану ґрунту після обробки, вибираючи заздалегідь раціональний тип трактора та рушія. При виконанні енергоємних операцій необхідно прагнути використовувати трактори з гусеничним рушієм. Сільгосп підприємствам необхідно рекомендувати оптимальний склад парку машин залежно від виду ґрунтів, площ оброблюваних полів, номенклатури оброблюваних культур та вирішувати завдання тривалого та ефективного використання родючих земель, враховуючи при цьому не лише витрати та врожайність, а й негативний вплив на ґрунт. Внаслідок цього підвищиться врожайність, буде збережена родючість ґрунтів, знизяться експлуатаційні витрати, підвищиться продуктивність МТА. Дані міркування слід враховувати і щодо ніші гусеничних машин у виробництві та формуванні парку тракторів.

Список літератури:

1. Ксеневич И.П., Скотников В.А., Ляско М.И. Ходовая система почва - урожай. - М.: Агропромиздат, 1985.
2. Шипилов М.А. Влияние уплотнения почвы ходовыми системами тракторов на агрофизические, биологические свойства и плодородие обыкновенных черноземов ЦЧЗ. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Воронеж, Воронежский СХИ, 1983.
3. Подолько А.П. Влияние уплотнения почвы движителями тракторов на ее агрофизические свойства и урожай ячменя. Автореф. дис... канд. техн. наук. Жодино, 1978.
4. Белов Г.Д., Подолько А.П. Уплотнение почвы тракторами и урожай // Земледелие. 1977. №9.
5. Подолько А.П. Влияние уплотнения почвы движителями тракторов на ее агрофизические свойства и урожай ячменя. Автореф. дис... канд. техн. наук. Жодино, 1978.
6. Переуплотнение почв. Причины, следствия, пути уменьшения. Под редакцией В.А. Ковды. – М.: Наука, 1987.

7. Kumari R., Kumari P., Sharma B. Agricultural soil compaction under tractor and its management // Modern Technology of Agriculture, Forestry, Biotechnology and Food Science. May 2020. Pp.13-16. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/341344869_AGRICULTURAL_SOIL_COMPACTON_UNDER_TRAC TOR_AND_ITS_MANAGEMENT.
8. Ксеневиц И.П., Ляско М.И. О нормах и методах оценки механического воздействия на почву движителей сельскохозяйственной техники. //Тракторы и сельхозмашины. 1986, № 3.
9. Songül Gürsoy (June 14th 2021). Soil Compaction Due to Increased Machinery Intensity in Agricultural Production: Its Main Causes, Effects and Management, Technology in Agriculture, Fiaz Ahmad and Muhammad Sultan, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.98564. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/77140>
10. Zoran I. Mileusnića, Elmira Saljnikovb, Rade L.Radojevića, Dragan V.Petrovića Soil compaction due to agricultural machinery impact // *Journal of Terramechanics*. Volume 100, 2022, Pp. 51-60.
11. Ляско М.И. Уплотняющее воздействие с.-х. тракторов на почву и методы его оценки // Тракторы и сельхозмашины. М., 1982, № 10.
12. Böttinger, Stefan: Tyre / Tyre-Soil-Interaction. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2020. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2021. – Pp. 1-8.
13. Золотаревская Д.И. Взаимодействие колес с грунтом при последовательных проходах по одному следу. // Известия ТСХА. М., 1968. Вып. 3.
14. Ляско М.И., Кутин Л.Н. и др. Влияние ходовых систем сельскохозяйственных тракторов на уплотнение почвы и урожай ячменя //Тракторы и сельхозмашины. М.,1979. №12.
15. Русанов В.А., Баутин В.М., Небогин И.О., Юпков Е.С. Влияние ходовых систем тракторов на урожайность пропашных культур. //Научные труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. Влияние с.-х. техники на почву. М., 1981.
16. Гайнуллин И.А., Зайнуллин А.Р. Влияние конструктивных параметров движителей и нагрузочных режимов тракторов на почву // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 2. – С. 31-36; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41352> (дата обращения: 21.10.2021).
17. Сергиенко Н.Е., Сергиенко Д.Е., Тодоров П.П. и др. Выбор параметров ходовых систем гусеничных тракторов / Тракторы и сельскохозяйственные машины. – М.: Машиностроение, 2003. – №9. – С.13-15.
18. Гудзь С.П., Сергиенко Н.Е., Сергиенко Д.Е., Тодоров П.П. та інш. Исследование и определение рациональных параметров ходовых систем гусеничных тракторов // Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. Тем. вип. „Автомобіле- і тракторобудування”. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2004. – №16.
19. Сергиенко Н.Е., Сергиенко Д.Е., Рулев В.Н. Сравнение показателей шарнирно-сочлененного трактора с колесным и гусеничным движителем на пахоте // Вестник НТУ „ХПИ”. Сборник научных трудов. Тем. вып. „Автомобіле- и тракторостроение”. – Харьков: НТУ „ХПИ”. – 2005. – №10.

References (transliterated):

1. Ksenevych Y.P., Skotnykov V.A., Liasko M.Y. Khodovaia systema pochva - urozhai. - М.: Ahropromydat, 1985.
2. Shypylov M.A. Vlyianyie uplotnenyia pochvi khodovimy systemamy traktorov na ahrofyzycheskye, byolohycheskye svoistva y plodorodnye obiknovennikh chernozemov TsChZ. Avtoref. dys... kand. s.-kh. nauk. Voronezh, Voronezhskiy SKhY, 1983.
3. Podolko A.P. Vlyianyie uplotnenyia pochvi dvyzhyteliamy traktorov na ee ahrofyzycheskye svoistva y urozhai yachmenia. Avtoref. dys... kand. tekhn. nauk. Zhodyno, 1978.
4. Belov H.D., Podolko A.P. Uplotnenye pochvi traktoramy y urozhai //Zemledelye. 1977, №9.
5. Podolko A.P. Vlyianyie uplotnenyia pochvi dvyzhyteliamy traktorov na ee ahrofyzycheskye svoistva y urozhai yachmenia. Avtoref. dys... kand. tekhn. nauk. Zhodyno, 1978.
6. Pereuplotnenye pochv. Prychyni, sledstvyia, puty umenshenyia. Pod redaktsyey V.A. Kovdi. – М.: Nauka, 1987.
7. Kumari R., Kumari P., Sharma B. Agricultural soil compaction under tractor and its management // Modern Technology of Agriculture, Forestry, Biotechnology and Food Science. May 2020. Pp.13-16. Rezhym dostupa: https://www.researchgate.net/publication/341344869_AGRICULTURAL_SOIL_COMPACTON_UNDER_TRAC TOR_AND_ITS_MANAGEMENT.
8. Ksenevych Y.P., Liasko M.Y. O normakh y metodakh otsenky mekhanycheskoho vozdeistvyia na pochvu dvyzhytelei selskokhoziaistvennoy tekhniky //Traktori y selkhoz mashyni. М.,1986, № 3.
9. Songül Gürsoy (June 14th 2021). Soil Compaction Due to Increased Machinery Intensity in Agricultural Production: Its Main Causes, Effects and Management, Technology in Agriculture, Fiaz Ahmad and Muhammad Sultan, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.98564. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/77140>
10. Zoran I. Mileusnića, Elmira Saljnikovb, Rade L.Radojevića, Dragan V.Petrovića Soil compaction due to agricultural machinery impact // *Journal of Terramechanics* Volume 100, 2022, Pp. 51-60.

11. Liasko M.Y. Uplotniaiushchee vozdeistviye s.-kh. traktorov na pochvu y metodi eho otsenky // Traktori y selkhoz mashyni. 1982, № 10.
12. Böttinger, Stefan: Tyre / Tyre-Soil-Interaction. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2020. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2021. – Pp. 1-8.
13. Zolotarevskaya D.Y. Vzymodeistviye koles s hruntom pry posledovatelnikh prokhodakh po odnomu sledu // Yzvestiya TSKhA. Vip. 3. M., 1968.
14. Liasko M.Y., Kutyn L.N. y dr. Vliyanye khodovikh system selkhozhoziaistvennikh traktorov na uplotnenye pochvi y urozhai yachmenia // Traktori y selkhoz mashyni. 1979, №12.
15. Rusanov V.A., Bautyn V.M., Nebohyn Y.O., Yupkov E.S. Vliyanye khodovikh system traktorov na urozhainost propashnikh kultur. // Nauchnie trudi Pochvennoho ynstytuta ym. V.V. Dokuchaeva. Vliyanye s.-kh. tekhniky na pochvu. M., 1981.
16. Hainullyn Y.A., Zainullyn A.R. Vliyanye konstruktyvnykh parametrov dvyzhytelei y nahruzochnykh rezhymov traktorov na pochvu // Fundamentalnie yssledovaniya. – 2017. – № 2. – S. 31-36;
17. URL: <https://fundamental-research.ru/article/view?id=41352> (data obrashcheniya: 21.10.2021).
18. Sergienko N.E., Sergienko D.E., Todorov P.P. y dr. Vibor parametrov khodovikh system husenychnykh traktorov // Traktori y selkhozhoziaistvennie mashyni. – M.: Mashynostroeniye, 2003. – №9. – S.13-15.
19. Hudz S.P., Sergienko N.E., Sergienko D.E., Todorov P.P. ta insh. Yssledovanye y opredelenye ratsyonalnykh parametrov khodovikh system husenychnykh traktorov // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu „Kharkivskiy politekhnichnyi instytut”. Tem. vyp. „Avtomobile- i traktorobuduvannia”. – Kharkiv: NTU „KhPI”, 2004. – №16.
20. Sergienko N.E., Sergienko D.E., Rulev V.N. Sravneniye pokazatelei sharnyrno-sochlenennoho traktora s kolesnim y husenychnim dvyzhytelem na pakhote // Vestnyk NTU „KhPY”. Sbornyk nauchnykh trudov. Tem. vip. „Avtomobile- y traktorostroeniye”. – Kharkov: NTU „KhPY”. – 2005. – №10.

Надійшла (received) 10.12.2021

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Сергієнко Микола Єгорович (Сергиенко Николай Егорович, Sergienko Nikolay Yegorovich) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5168-1924>; e-mail: nesergienko@gmail.com

Медведєв Микола Григорович (Медведев Николай Григорьевич, Medvediev Mykola Grigorovich), кандидат технічних наук, доцент, Харківський державний автомобільно-дорожній коледж; викладач; м. Харків, Україна; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8409-7721>; e-mail: nursus@ukr.net,

Сергієнко Антон Миколайович (Сергиенко Антон Николаевич, Sergienko Anton Mykolaiovich) кандидат технічних наук, ТОВ «Інтехресурс», директор; м. Харків, Україна; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6067-1672>; e-mail: sergienko2707@gmail.com

Назаров Олександр Іванович (Назаров Александр Иванович, Nazarov Aleksandr Yvanovich), кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри «Технічної експлуатації та сервісу автомобілів»; м. Харків, Україна; ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-4605-6790>; e-mail: hefer64@gmail.com

Пелипенко Євген Сергійович (Пелипенко Евгений Сергеевич, Pelypenko Evhenyi Serheevich) – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»; м. Харків, Україна; [ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8988-791X](https://orcid.org/0000-0001-8988-791X); e-mail: Pelipenkoeugene@gmail.com.

ЗМІСТ

Автомобілебудування

<i>Є.Є. Александров, В.І. Клименко, Д.М. Леонтьєв, М.О. Терновий</i> Математичне моделювання електронної системи курсової стійкості автомобіля.....	3
<i>Д. М. Клец, А. І. Бондаренко, Є.С. Пелипенко</i> Визначення парціальних прискорень двовісної машини з усіма керованими колесами.....	12
<i>О.О. Островерх</i> Розробка і впровадження комбінованої коробки передач та її застосування на легкових автомобілях.....	22

Тракторобудування

<i>Н.В. Писарська, В.В. Єпіфанов, В.Б. Самородов</i> Директори харківського тракторного заводу і їх внесок у розвиток підприємства.....	32
<i>Є.І. Калінін, В.А. Жилін, Р.М. Петров, Ю.І. Колєсник</i> Тягові якості ведучих коліс під час кочення їх по одному сліду.....	43
<i>В. М. Краснокутський, В. Ю. Ткачов, С .Г. Селевич</i> Аналіз шляхів підвищення тягово-енергетичних властивостей колісних електротракторів тягового класу 0,6.....	52
<i>В.І. Мельник, К.Г. Сировицький, М.Л. Шуляк, О.В. Панкова</i> Методика проведення експериментальних досліджень технічного стану щілинних гідравлічних розпилювачів самохідних обприскувачів.....	60
<i>А.О. Молодан, Є.О. Дубінін, М.М. Потапов, Ю.В. Тарасов, М.В. Полтавський</i> Розробка та застосування технології нейронних мереж для діагностики технічного стану автотракторних двигунів.....	67
<i>О.Ю. Ребров, Б.І. Кальченко, М.Є. Якунін, О.М. Реброва, О.В. Артюшенко</i> Імітаційне моделювання тягово-динамічних показників тракторів на основі польових випробувальних циклів PowerMix.....	80
<i>М.Є. Сергієнко, М.Г. Медведєв, А.М. Сергієнко, О І. Назаров, Є.С. Пелипенко</i> Вплив сільськогосподарських тракторів на ущільнення ґрунту.....	95

CONTENTS

Automobile

<i>Aleksandrov Ye.Ye., Klymenko V.I., Leontiev D.M., Ternovyi M.O.</i> Mathematical modeling of the electronic system of exchange rate stability of the car	3
<i>Klets D.M., Bondarenko A. I., Pelypenko E. S.</i> Determination of partial accelerations of a two-axle machine with all steered wheels.....	12
<i>Ostroverkh A.O.</i> Development and implementation of a combined transmission and its application in passenger cars.....	22

Tractor Construction

<i>Pysarska N.V., Yepifanov V.V., Samorodov V.B.</i> Directors of the kharkiv tractor plant and their contribution to the development of the enterprise.....	32
<i>Kalinin E.I., Zhilin V.A., Petrov R.M., Koliesnik Y.I.</i> Traction qualities of the driving wheels when rolling them along one track.....	43
<i>Krasnokutskiy V.M., Tkachov V. Y., Selevich S .G.</i> Analysis of ways of increase of traction and energy properties of wheeled electric tractors of traction class 0,6.....	52
<i>Melnyk V.I., Sirovitskiy K.G., Shulyak M.L., Pankova O.V.</i> Procedure of experimental researches of the technical condition of slotted hydraulic pulverizers for self-propelled spraying machines.....	60
<i>Molodan A.A., Dubinin Ye.A., Potapov M.M., Tarasov Yu.V., Poltavskiy M.V.</i> Development and application of neural networks technology for diagnostics of the technical condition of automobile and tractor engines.....	67
<i>Rebrov O.Y., Kalchenko B.I., Yakunin M.E., Rebrova O.M., Artiushenko O.V.</i> Simulation modeling of traction and dynamic indicators of tractors on the basis of powermix field cycles test.....	80
<i>N.Ye. Sergienko, N.G. Medvedev, A.N. Sergienko, A.I. Nazarov, E.S. Pelypenko</i> Influence of agricultural tractors on soil compaction.....	95