

АГРОЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ НА ПОВОРОТНІЙ СМУЗІ

Лебедев С., канд. техн. наук,
e-mail: hfukrndipvt@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-3067-5135>
Харківська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Мета дослідження. Оцінка агроєкологічної безпеки тракторів з нестандартним типом рушія на поворотній смузі через оцінювання ступеня дії рушіїв трактора на ґрунт під час повороту та раціонального агрегування трактора із сільгоспмашиною.

Методи дослідження. Визначення дії рушіїв трактора на ґрунт математичним моделюванням та порівнянням отриманих результатів з експериментальними дослідженнями.

Результати дослідження. Оцінюючи тягові властивості рушія трактора, розглядається його активна робота. Пасивна робота призводить до зміщення рушія трактора від напрямку його руху, внаслідок чого підвищується його юз, який призводить до зминання ґрунту. Це є однією з причин зниження агроєкологічних властивостей трактора на повороті.

Запропонований підхід аналізу режимів руху трактора вже на стадії проектування допомагає здійснювати оцінку впливу конструкційних параметрів і схем на характеристики його повороту. Окрім основних характеристик криволінійного руху (радіус повороту, тягові і бокові зусилля в контакт з ґрунтом рушія), запропонована методологія дає змогу розрахувати ряд додаткових параметрів (бокове відхилення трактора) через ковзання та пружної складової, дійсну швидкість і буксування рушія тощо. Ці показники є основою оцінки агроєкологічних властивостей тракторів.

Експериментальні дослідження були проведені в літньо-осінній період на орних роботах тракторів Case IH Magnum 380, Case IH Magnum 380 Rowtrac і Case IH Steiger 370 Rowtrac в агрегуванні з плугом Kverneland RW 100 на полі після збирання пшениці (тип гранту – чорнозем середньо-суглинний глибокий за твердості 1,5 МПа і вологості 0,3-0,4 НВ в літній і 1,3 МПа, 0,4-0,5 НВ в осінній період).

Щільна площа поворотної смуги тракторного агрегата залежно від способу повороту знаходиться в межах від 15,0 % до 75,0 % загальної площі обробленого поля.

Висновки. Порівняння агроєкологічних показників тракторів з різним компонуванням рушіїв показало, що за щільністю і твердістю ґрунту по слідах рушія на повороті кращі показники має трактор Case IH Steiger 370 Rowtrac з гусеничними рушіями переднього і заднього мостів. Незначні відхилення щільності і твердості ґрунту від нормативів на повороті має трактор Case IH Magnum 380 з широко рознесеними здвоєними колесами переднього і строєними заднього мостів. Рішення проблеми зниження ступеня дії рушіїв трактора на ґрунт під час повороту у напрямку забезпечення нормативних значень агроєкологічної безпеки може бути досягнуто раціональним агрегуванням трактора із сільгоспмашиною, за якого напрямок швидкості рушія трактора буде мати мінімальне відхилення від його миттєвого центра швидкостей, а також вимкненням на повороті додаткових коліс дво- та триколісних рушіїв трактора.

Ключові слова: трактор, поворот, агроєкологічна безпека, ґрунт, щільність, твердість, юз, буксування.

Суть проблеми. Найважливішою умовою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва є використання на полях енергонасичених тракторів з агротехнічно допустимим рівнем впливу ходових систем на ґрунт, який визначає їх агроекологічну безпеку. Рушії тракторів ущільнюють, руйнують орний і підорний горизонти ґрунту, що призводить до порушення екологічної рівноваги ґрунтового покриву і зниження родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур [1, 2].

За останні 30 років маса тракторів збільшилася в 2,5-3,0 рази, тиск на ґрунт їхніх ходових систем також значно збільшився і досягає 420 кПа та більше. За ДСТУ 4521:2006 «Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунти» для агрофону з щільністю 0,9-1,0 г/см³ і вологістю 0,4-0,5 НВ регламентується допустимий максимальний тиск ходових систем тракторів на ґрунт не більше 150 кПа. Методи визначення дії ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки на ґрунт рекомендовані ДСТУ 4428:2005 «Техніка сільськогосподарська мобільна. Методи визначення дії ходових систем на ґрунт». Ці методи базуються на способі оцінки тиску рушія на ґрунт по статичному навантаженні, внаслідок чого не можливо оцінити динамічний вплив рушія на ґрунт, що призводить до залишкової (дисипативної) і пружної деформації ґрунту [3, 4].

У світовій практиці використання тракторів для зниження ущільнювального впливу на ґрунт рушіями колісних тракторів використовують широкопрофільні шини, здвоєні і строєні колеса, трактора з комбінованим або нетрадиційним типом рушія [4] (рис. 1).

Такі трактори мають переваги за тягово-енергетичними показниками перед тракторами з одинарними колесами, але поступаються у напруженості ґрунту на поворотній смузі. Ущільнена площа по-

воротної смуги під час човникового руху тракторного агрегата з грушоподібною петлею складає 75,1 %, в звалювання – 25,2 %, перекриттям – 16,9 %, діагонально-перехресному – 14,8 % від загальної площі оброблюваного поля [5, 6].



Рисунок 1 – Трактори з нестандартним типом рушія найбільш затребувані на ринку України

Ряд робіт направлено на дослідження агроекологічних характеристик трактора залежно від характеристик ґрунту [7, 8].

Аналіз відомих досліджень і публікацій показав, що знищення впливу рушіїв тракторів на поворотній смузі є основою системного підходу забезпечення агроекологічної безпеки сільськогосподарських тракторів.

Мета досліджень – оцінка агроекологічної безпеки тракторів з нестандартним типом рушія на поворотній смузі. Для досягнення мети необхідно вирішити такі задачі:

- оцінити ступень дії рушіїв трактора на ґрунт на повороті;
- визначити умови раціонального агрегування трактора з сільгоспмашиною, за яких напрямок швидкості рушія трактора буде мати мінімальне відхилення від напрямку швидкості його миттєвого центру швидкостей.

Виклад основного матеріалу. У Харківській філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого спільно з компанією “UkrFarming” (дилер американської фірми Case IH) були проведені теоретичні та експериментальні дослідження з оцінки впливу на ґрунт на повороті тракторів Case IH Magnum 380, Case IH Magnum 380 Rowtrac та Case IH Steiger 370 Rowtrac, які мають приблизно однакові технічні характеристики (табл. 1).

Під час повороту трактора з кутовою швидкістю ω швидкість будь-якої точки

Таблиця 1 – Технічна характеристика тракторів з нестандартним типом рушія

Показники	Трактори		
	Case IH Magnum 380	Case IH Magnum 380 Rowtrac	Case IH Steiger 370 Rowtrac
Потужність ДВЗ, N_e , кВт	238,78	239,91	240,21
Середня питома витрата палива, g_e , г/кВт·год.	0,228	0,226	0,225
Запас крутного моменту, %	48,5	48,4	47,4
Тягова потужність, N_T , кВт	204,91	188,41	209,07
Експлуатаційна маса, m_e , кг	14318	17418	24181
Тяговий ККД $\eta_T = N_T/N_e$	0,85	0,78	0,87

корпусу направлена перпендикулярно радіусу повороту r , який з'єднує центр повороту (т. O) з віссю рушія (т. A , рис. 2).

Швидкість руху від рушія до корпусу трактора передається через ось (т. A), яка за наявності ковзання (буксування) виконує складний рух:

– поступальне перекочування на ґрунті з теоретичною швидкістю \vec{V}_T , яка визначена тяговою потужністю трактора;

– пласко-паралельне ковзання зі швидкістю $\vec{V}_{ск}$, яке визначає в основному буксування рушія.

У цьому випадку дійсна швидкість \vec{V}_D осі рушія (колесо, гусениця), що визначається сумою $\vec{V}_D = \vec{V}_T + \vec{V}_{ск}$, має деяке відхилення (рис. 2), природою якого можуть бути як пружні властивості рушія або ґрунту, так і ковзання відносно ґрунту.

Згідно із законами механіки єдиною точкою під час пласко-паралельного руху тіла, за якого відсутня швидкість ковзання $\vec{V}_{ск}$, є миттєвий центр швидкостей ковзання (МЦШ) (рис. 2, т. C). У цьому випадку дійсна швидкість \vec{V}_D буде дорівнювати теоретичній \vec{V}_T , направлений вздовж площини обертання рушія (колеса, гусениці).

Математично цю умову можна записати у вигляді рівнянь зв'язків:

$$x_c \sin \gamma - y_c \cos \gamma = 0; \quad (1)$$

$$V_T = \omega(OC), \quad (2)$$

де x_c, y_c – координати МЦШ опори рушія в загальній системі координат, пов'язані з центром повороту (рис. 2, т. O);

γ – кут повороту рушія відносно корпусу;

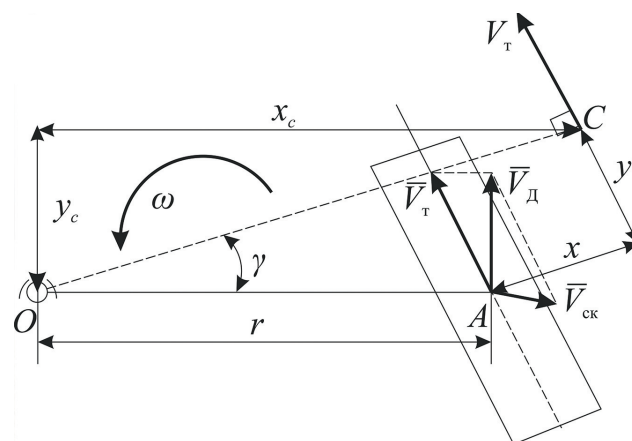


Рисунок 2 – Кінематика руху рушія трактора (колесо, гусениця)

$(OC) = \sqrt{x_c^2 + y_c^2}$ – відстань від центра повороту трактора до МЦС рушія.

У рівняння (1) входять координати МЦШ (x_c, y_c) відносно центра повороту трактора, з перетворенням якого надається можливість оцінити будь-яку із конструкційних схем трактора з урахуванням його бази, колії, числа опор рушія і їх взаємного розташування. За цих умов оцінюється робота A тягової сили рушія P_T на шляху S , яка розкладається на складові P_n і P_b , направлені відповідно переміщення та вздовж нього (рис. 3). Оскільки сила P_n не може переміщати рушій в напрямку S , то дію сили P_T на шляху S можна визначити добутком $P_b S$.

Цей добуток визначає роботу сили P_T на шляху S :

$$A = P_b S = P_T S \cos \alpha. \quad (3)$$

Для оцінювання тягових властивостей рушія трактора розглядається його активна робота A_a , максимальне значення якої досягається за $P_n = 0$, тобто $A_a = P_e S$; та пасивна робота A_n за $P_n \neq 0$. Пасив-

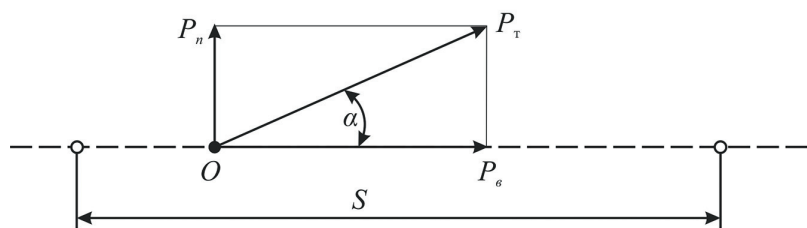


Рисунок 3 – Дія тягової сили P_T рушія на шляху переміщення S



Рисунок 4 – Трактор Case IH Magnum 380 Rowtrac в агрегуванні з плугом Kverneland RW 100 на поворотній смузі

на робота призводить до зміщення рушія трактора від напрямку його руху, внаслідок чого підвищується його юз, який призводить до зминання ґрунту. Це є однією з причин зниження агроєкологічних властивостей трактора на повороті.

Запропонований підхід аналізу режимів руху трактора дає змогу вже на стадії проектування оцінювати вплив конструкційних параметрів і схем на характеристики його повороту. Окрім основних характеристик криволінійного руху (радіус повороту, тягові і бокові зусилля в контакт з ґрунтом рушія) запропонована методологія дає змогу розрахувати ряд додаткових параметрів (бокове відхилення трактора) через ковзання та пружну скла-

дову, дійсну швидкість і буксування рушія тощо. Ці показники є основною оцінки агроєкологічних властивостей тракторів.

Експериментальні дослідження були проведені в літньо-осінній період на орних роботах тракторів Case IH Magnum 380, Case IH Magnum 380 Rowtrac і Case IH Steiger 370 Rowtrac в агрегуванні з плугом Kverneland RW 100 (рис. 4) на полі після збирання пшениці (тип ґрунту – чорнозем середньо-суглинний глибокий за твердості 1,5 МПа і вологості 0,3-0,4 НВ в літній і 1,3 МПа, 0,4-0,5 НВ в осінній період).

Оцінка щільності і твердості ґрунту на поворотній смузі виконана за методикою інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. А. Н. Соколовського УААН [9] з використанням щільноміру ґрунту Wile Soil (стандарт ASAE S313.3).

Експериментальні дані (табл. 2) показують, що щільність ґрунту за глибиною змінюється і зростає як під рушіями випробовуваних тракторів, так і на контрольній ділянці, на якій не виконувалися повороти трактора.

Отримані дані свідчать, що щільність ґрунту по глибині змінюється і зростає як під рушіями трактора, так і на контрольній ділянці. Відмічено, що найменшу щільність ґрунту від рушія має трактора Case IH Steiger 370 Rowtrac, що пояснюється порівняно з іншими моделями тракторів рівномірним розподіленням маси трактора по опорній поверхні і зниженням вертикальних коливань трактора, які призво-

Таблиця 2 – Щільність ґрунту в слідах рушіїв тракторів на повороті

Горизонт, см	Щільність ґрунту, МПа				Вологість, НВ
	Контрольна ділянка	Case IH Magnum 380 *	Case IH Magnum 380 Rowtrac	Case IH Steiger 370 Rowtrac	
0...10	0,925	1,424	1,174	1,010	0,35
10...20	1,013	1,475	1,305	1,028	0,42
20...30	1,220	1,305	1,315	1,228	0,40
30...40	1,365	1,365	1,370	1,360	0,38
40...50	1,400	1,430	1,435	1,410	0,35
50...60	1,475	1,510	1,525	1,500	0,30

* Замір виконаний по сліду середньої шини

Таблиця 3 - Твердість ґрунту в слідах рушіїв тракторів на повороті

Горизонт, см	Твердість ґрунту, Н/см ²				Вологість, НВ
	Контрольна ділянка	Case IH Magnum 380 *	Case IH Magnum 380 Rowtrac	Case IH Steiger 370 Rowtrac	
0...5	10,5	10,7	10,8	10,6	0,35
5...10	14,2	14,2	14,9	14,7	0,38
10...15	18,1	18,1	18,6	18,4	0,40
15...20	20,3	20,2	20,7	20,4	0,40
20...25	22,4	22,6	22,9	22,8	0,38

* Замір виконаний по сліду середньої шини

дять до динамічного ущільнення [1].

На розвиток кореневої системи рослин впливає її твердість [2], яка змінюється по сліду трактора на повороті за горизонтами (табл. 3).

Аналізуючи зміни твердості ґрунту в сліді рушія трактора на повороті, необхідно відмітити, що найменше відхилення від нормативних значень контрольної ділянки має трактор Case IH Steiger 370 Rowtrac, що пояснюється його зниженими вертикальними коливаннями. Незначне відхилення твердості ґрунту по горизонту від значень, отриманих на контрольній ділянці, має трактор Case IH Magnum 380 з широко рознесеними двоєними колесами переднього та потроеними заднього мостів (рис. 1). Одночасно відмічено інтенсивне відхилення показників макроагрегатного складу ґрунту на повороті цього трактора, яке характеризується коефіцієнтами структурності (СГ), глибинності (ГГ), розпилення (РГ) ґрунту, а також процентним вмістом цінних фракцій у ґрунті (УФ) (рис. 5).

Експериментальними дослідженнями, виконаними за методикою інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. А. Н. Соколов-

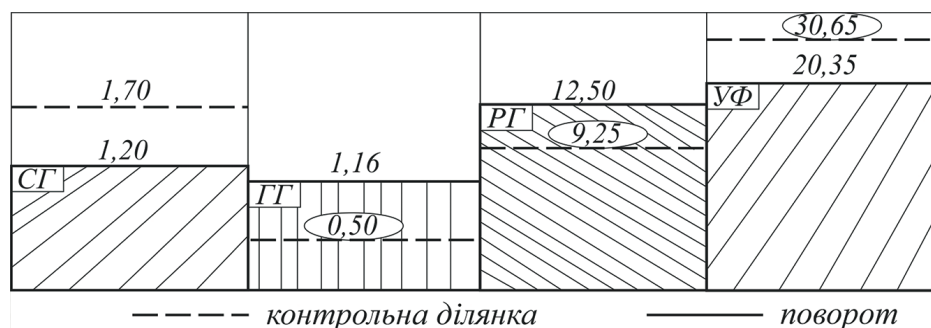


Рисунок 5 - Зміни макроагрегатного складу ґрунту на повороті трактора Case IH Magnum 380

ського УААН, визначено взаємозв'язок структури і глибинності ґрунту. З підвищенням глибинності ґрунту знижується її структура, яка призводить до погіршення схожості насіння і розвитку рослин. Розпилення ґрунту по сліду коліс трактора на повороті підвищується порівняно з контрольною ділянкою, що є, в основному, наслідком зрізання верхніх шарів ґрунту юзом та буксуванням коліс (рис. 6).

У відомих технічних рішеннях щодо

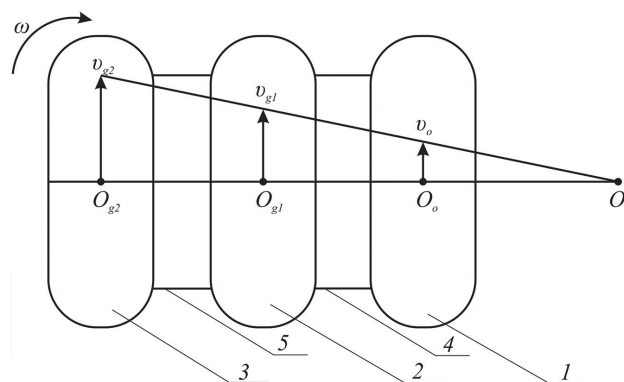


Рисунок 6 - Схема повороту строєних коліс трактора: 1 - основне і допоміжні 2, 3 - колеса; 4, 5 - проставки

здвоюванню та строюванню коліс тракторів, зокрема на тракторі Case IH Magnum 340, реалізовані жорсткі кінематичні зв'язки між колесами і тому вони обертаються з однаковими кутовими швидкостями на всіх режимах руху.

На тракторі Case IH Magnum 340 з'єднання основного колеса з додатковими колесам 2 та

З виконано за допомогою проставок 4 та 5.

Найбільш несприятливим з погляду впливу строєних коліс заднього моста на ґрунт є непрямолінійність руху і особливо повороти і розвороти з малими радіусами.

Наприклад, на повороті строєних коліс з кутовою швидкістю ω поступальні швидкості \mathcal{O}_o основного колеса 1 і додаткових коліс 2 та 3 – \mathcal{O}_{g1} і \mathcal{O}_{g2} щодо їх геометричних центрів O_o і O_{g1} , O_{g2} відрізняються між собою. У цьому випадку між колесами виникає циркуляція потужності, тому що зовнішні колеса котяться з юзом, а основне – з буксуванням. Це призводить до зрізання верхніх шарів ґрунту і до утворення збільшеної колії. Ступінь відносного ковзання строєних коліс залежить від кінематичних параметрів процесу руху, конструктивних особливостей руху і від характеристик ґрунту. Циркуляльний момент між строєними колесами заднього моста трактора Case IH Magnum 340 може досягати 15–20 % від тягового моменту на відповідній осі. Це призводить до суттєвого зниження агроєкологічних властивостей трактора на поворотній смузі. Пропонується [10] рішення цієї проблеми від'єднанням додаткових коліс від основного на повороті трактора.

Висновки. Забезпечення агроєкологічної безпеки тракторів на поворотній смузі направлено на вирішення проблеми адаптації до умов України енергонасичених тракторів, зокрема іноземних з нестандартним типом рушія. Запропонована методологія зниження впливу рушія на ґрунт, яка базується на аналізі його активної та пасивної роботи.

Порівняння агроєкологічних показників тракторів з різним компонуванням рушіїв показало, що за щільністю і твердістю ґрунту по слідах рушія на повороті кращі показники має трактор Case IH Steiger 370 Rowtrac з гусеничними рушіями переднього і заднього мостів. Незначні відхилення щільності і твердості ґрунту від нормативів на повороті має трактор Case IH Magnum 380 з широко рознесеними здвоєними колесами переднього і строєними заднього мостів. Одночасно

відмічено для цього трактора інтенсивне відхилення показників макроагрегатного складу ґрунту на повороті, що є наслідком циркуляльної потужності між строєними колесами заднього моста, яка досягає 15–20 % від потужності, яка передається відповідною віссю. Це призводить до буксування основного колеса та юзу додаткових коліс, зрізання верхніх шарів ґрунту і його подрібнення.

Рішення проблеми зниження ступеня дії рушіїв трактора на ґрунт на його повороті у напрямку забезпечення нормативних значень агроєкологічної безпеки може бути досягнуто раціональним агрегуванням тракторів із сільгоспмашиною, за якого напрямок швидкості рушія трактора буде мати мінімальне відхилення від його миттєвого центру швидкостей, а також вимкненням на повороті додаткових коліс дво- та триколісних рушіїв трактора.

Література

1. Третьяк В. М., Болдовский В. Н. Моделирование процессов взаимодействия движителей тягово-транспортных средств с опорной поверхностью методом конечных элементов. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2006. Вип. 46. С. 31-37.
2. Лебедев С. Підвищення агроєкологічних якостей сільськогосподарських колісних тракторів. Техніка і технології АПК. № 1. 2016. С. 16-21.
3. Ксенович И. П., Русанов В. А. Проблема воздействия движителей на почву: некоторые результаты исследований. Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 1. С.15-20.
4. До питання ущільнення ґрунту рушіями мобільної сільськогосподарської техніки / В. Ясенецький, В. Марченко, М. Гудзь та ін. Техніка і технології АПК. № 3 (30). 2012. С. 33-36.
5. Исследование физико-механических свойств почвы на поворотной полосе трактора / А. Н. Беляев, В. В. Жередекин, Д. Г. Козлов, В. Н. Крюков. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. №3. С. 11-12.

6. Тракторы: Теория / В. В. Гуськов, Н. Н. Велев, Ю. Е. Атаманов и др.; под общ. ред. В. В. Гуськова. М.: Машиностроение, 1988. 376 с.

7. Шуляк М. Л., Козлов Ю. Ю. Оптимальні зміни тягової потужності трактора. Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2015. Вип. 19 (33). С. 120–126.

8. Гапоненко О. Зв'язок характеристик дії нерівностей ґрунту з коливаннями ґрунтообробного агрегата. Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2018. Вип. 21 (35). С. 162–168.

9. Медведев В. В., Лындина Т. Е., Лактионова Т. Н. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). Х.: Изд-во 13 типография, 2004. 248 с.

10. 6695 ВУ. Устройство для улучшения опорно-сцепной проходимости движителя: МПК В 60С 3/00. Афіційны бюл. Нау. центр інтелект. уласнасці. 2010. № 5. С. 189-190.

Literature

1. Tretyak V. M., Boldovsky V. N. Modeling the processes of interaction of movers of traction vehicles with a supporting surface by the finite element method. Bulletin of KhNTUSG them. P. Vasilenko. 2006. Ed. 46. P. 31-37.

2. Lebedev S. Improvement of agroecological qualities of agricultural wheeled tractors. AIC Machinery and Technologies. № 1. 2016. P. 16-21.

3. Ksenevich I. P., Rusanov V. A. The problem of the impact of movers on the soil: some research results. Tractors and agricultural machinery. 2000. No. 1. P.15-20.

4. On the issue of soil compaction by mobile agricultural machinery / V. Yasenetsky, V. Marchenko, M. Gudz, etc. AIC Machinery and Technologies. No. 3 (30). 2012, P. 33-36.

5. The study of the physical and mechanical properties of the soil on the headland of the tractor / A. N. Belyaev, V. V. Zheredekin, D. G. Kozlov, V. N. Hooks. Mechanization and electrification of agriculture. 2009. No3. P. 11-12.

6. Tractors: Theory / V. V. Guskov, N. N. Velev, Yu. E. Atamanov et al.; under the general. ed. V. V. Guskova. M.: Mechanical

Engineering, 1988. 376 p.

7. Shulyak M. L., Kozlov Yu.Yu. Optimal changes in tractor traction. Coll. Science. works L. Pogorilyy UkrNDIPVT. 2015. Is. 19 (33). P. 120–126.

8. Gaponenko O. The relationship between the characteristics of the action of soil irregularities with the oscillations of the tillage unit. Coll. Science. works L. Pogorilyy UkrNDIPVT. 2018. Is. 21 (35). P. 162–168.

9. Medvedev V. V., Lyndina T. E., Laktionova T.N. Soil compaction density (genetic, environmental and agronomic aspects). Kh.: Publishing house 13 printing house, 2004. 248 p.

10. 6695 ВУ. Device for improving the fifth wheel propulsion: МПК V 60С 3/00. Afitsyiny bul. Naw. Center Intelekt. well-known. 2010. No. 5. P. 189-190.

Literatura

1. Tret'yak V. M., Boldovskiy V. N. Modelirovaniye protsessov vzaimodeystviya dvizhitel' tyagovo-transportnykh sredstv s opornoй poverkhnost'yu metodom konechnykh elementov. Vestnik KHNTUSG im. P. Vasilenko. 2006. Vyp. 46. S. 31-37.

2. Lebedev S. Povysheniye agroekologicheskikh kachestv sel'skokhozyaystvennykh kolesnykh traktorov. Tekhnika i tekhnologii APK. № 1. 2016. S. 16-21.

3. Ksenevich I. P., Rusanov V. A. Problema vozdeystviya dvizhitel' na pochvu: nekotoryye rezul'taty issledovaniy. Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 2000. № 1. S.15-20.

4. K voprosu uplotneniya pochvy dvizhitelyami mobil'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki / V. Yasenetskiy, V. Marchenko, M. Gudz' i dr. Tekhnika i tekhnologii APK. № 3 (30). 2012. S. 33-36.

5. Issledovaniye fiziko-mekhanicheskikh svoystv pochvy na povorotnoy polose traktora / A. N. Belyayev, V. V. Zheredekin, D. Kozlov, V. N. Kryukov. Mekhanizatsiya i Elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2009. №3. S. 11-12.

6. Traktory Teoriya / V.V. Gus'kov, N.N. Velev, YU.Ye. Atamanov i dr.; pod obshch. red. V. V. Gus'kova. M.: Mashinostroyeniye, 1988. 376 s.

7. Shuljak M. L., Kozlov Ju. Ju. Optimal'ni zmini tjagovoї potuzhnosti traktora.

Zb. nauk. prac' UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. 2015. Vip. 19 (33). S. 120–126.

8. Gaponenko O. Zv'jazok karakteristik dii nerivnostej rruntu z kolivannjami rruntoobrob-nogo agregatu. Zb. nauk. prac' UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. 2018. Vip. 21 (35). S. 162–168.

9. Medvedev V. V., Lyndina T. Ye., Lak-

tionova T. N. Plotnost' slozheniya pochv (gene-ticheskiy, ekologicheskiy i agronomicheskim as-pekty). KH.: Izd-vo 13 tipografiya, 2004. 248 s.

10. 6695 BY. Ustroystvo dlya uluchsheni-ya oporno-stsepnoy prokhdimosti dvizhitel': MPK V 60S 3/00. Afitsyyny byul. Nau. Tsen-tr intelekt. ulasnasti. 2010. № 5. S. 189-190.

UDC 629.366.032:631.4

FARM TRACTORS AGROECOLOGICAL SAFETY ON A HEADBAND

Lebedev S., Ph. D,

e-mail: hfukrndipvt@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3067-5135>

Kharkiv branch of SSO «L. Pogorilyy UkrNDIPVT»

Summary

Purpose of the study. Assessment of agro-ecological safety of tractors with non-standard type of propulsion on the headband by assessing the degree of action of the tractor propulsion on the ground during its rotation and rational aggregation of the tractor with the agricultural machine.

Research methods. Determination of the effect on the ground of tractor engines by mathematical modeling and comparison of the obtained results with experimental studies.

The results of the study. When evaluating the traction properties of the tractor propulsion, its active work is considered. Passive work leads to the displacement of the tractor mover from the direction of its movement, as a result of which its use increases, which leads to crushing of the soil. This is one of the reasons for the decline in the agro-ecological properties of a tractor in a headband.

The proposed approach to the analysis of tractor motion modes allows already at the design stage to assess the influence of design parameters and schemes on the characteristics of its turning. In addition to the main characteristics of curvilinear movement (turning radius, traction and lateral forces in contact with the propulsion soil), the proposed methodology allows us to calculate a number of additional parameters (tractor lateral withdrawal) due to sliding and elastic component, the actual speed and slipping of the propulsion, etc. These indicators are the basis assessment of agro-ecological properties of tractors.

Experimental studies were carried out in the summer and autumn on the arable land of tractors Case IH Magnum 380, Case IH Magnum 380 Rowtrac and Case IH Steiger 370 Rowtrac when coupled with a Kverneland RW 100 plow in a field after harvesting (soil type - medium-loamy black soil hardness of 1.5 MPa and humidity of 0.3-0.4 HB in the summer and 1.3 MPa, 0.4-0.5 HB in the autumn).

The dense area of the headland of the tractor unit, depending on the method of turning, is in the range from 15.0% to 75.0% of the total area of the treated field.

Conclusions. Comparison of the agro-ecological indicators of tractors with different layouts of movers showed that the Case IH Steiger 370 Rowtrac tractor with caterpillar movers of the front and rear axles has the best performance in terms of density and hardness of the soil along the tracks of the mover when turning. Slight deviations of the density and hardness of the soil from the standards when turning has a Case IH Magnum 380 tractor with wide-spaced dual front wheels and rear axles built. The solution to the problem of reducing the degree of influence of tractor movers on the soil when it is turned in the direction of ensuring standard values of agro ecological safety can be achieved by rational combining of the tractor with an agricultural machine, in which the direction of speed of the tractor mover will have a minimum deviation from its instantaneous center of speed, as well as by shutting down at turning additional wheels from the main wheel of two and three-wheeled tractor propulsors.

Keywords: tractor, rotation, agro-ecological safety, soil, density, hardness, skid, skidding.

УДК 629.366.032:631.4

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ НА ПОВОРОТНОЙ ПОЛОСЕ

Лебедев С., канд. техн. наук,
e-mail: hfukrndipvt@gmail.com ,
<https://orcid.org/0000-0002-3067-5135>
Харьковский филиал ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

Цель исследования. Оценка агроэкологической безопасности тракторов с нестандартным типом движителя на поворотной полосе за счет оценивания степени действия движителей трактора на почву при его повороте и рационального агрегатирования трактора с сельхозмашиной.

Методы исследования. Определение влияния на почву движителей трактора путем математического моделирования и сравнения полученных результатов с экспериментальными исследованиями.

Результаты исследования. При оценке тяговых свойств движителя трактора рассматривается его активная работа. Пассивная работа приводит к смещению движителя трактора от направления его движения, в результате чего повышается его юз, который приводит к смятию почвы. Это является одной из причин снижения агроэкологических свойств трактора на повороте.

Предложенный подход анализа режимов движения трактора позволяет уже на стадии проектирования осуществлять оценку влияния конструктивных параметров и схем на характеристики его поворота. Кроме основных характеристик криволинейного движения (радиус поворота, тяговые и боковые усилия в контакте с почвой движителя), предлагаемая методология позволяет рассчитать ряд дополнительных параметров (боковой увод трактора) за счет скольжения и упругой составляющей, действительную скорость и буксование движителя и др. Данные показатели являются основой оценки агроэкологических свойств тракторов.

Экспериментальные исследования были проведены в летне-осенний период на пахотных работах тракторов Case IH Magnum 380, Case IH Magnum 380 Rowtrac и Case IH Steiger 370 Rowtrac при агрегатировании с плугом Kverneland RW 100 в поле после уборки пшеницы (тип грунта – чернозем средне-суглинистый глубокий по твердости 1,5 МПа и влажности 0,3-0,4 НВ в летний и 1,3 МПа, 0,4-0,5 НВ в осенний период).

Плотная площадь поворотной полосы тракторного агрегата в зависимости от способа поворота находится в пределах от 15,0 % до 75,0 % общей площади обработанного поля.

Выводы. Сравнение агроэкологических показателей тракторов с различной компоновкой движителей показало, что по плотности и твердости почвы по следам движителя при повороте лучшие показатели имеет трактор Case IH Steiger 370 Rowtrac с гусеничными движителями переднего и заднего мостов. Незначительные отклонения плотности и твердости почвы от нормативов при повороте имеет трактор Case IH Magnum 380 с широко разнесенными сдвоенными колесами переднего и строенными заднего мостов. Решение проблемы снижения степени воздействия движителей трактора на почву при его повороте в направлении обеспечения нормативных значений агроэкологической безопасности может быть достигнуто путем рационального агрегатирования трактора с сельхозмашиной, при котором направление скорости движителя трактора будет иметь минимальное отклонение от его мгновенного центра скоростей, а также путем отключения при повороте дополнительных колес двух- и трехколесных движителей трактора.

Ключевые слова: трактор, поворот, агроэкологическая безопасность, почва, плотность, твердость, юз, буксование.