

УДК 631.316.022

ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ АГРЕГАТУ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ПАРІВ

В. Т. Надикто, М. А. Тиховод

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна.

Стаття зі спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: volodymyr.nadykto@tsatu.edu.ua.

Історія статті: отримано – квітень 2021, акцептовано – серпень 2021, опубліковано – 30 вересня 2021 року. Бібл. 13, рис. 4, табл. 1.

Анотація. Однією із проблем догляду за парами у засушливих умовах півдня України є відсутність технічних засобів, які б дозволили забезпечити наявність вологи у ґрунті на момент посіву озимини. У статті викладаються результати експлуатаційно-технологічної оцінки роботи машинно-тракторного агрегату у складі універсально-просапного трактора тягового класу 1,4 і нового боронувального знаряддя. Його особливістю є застосування плоскорізальних робочих органів, які здійснюють розпушення верхнього (5...6 см) шару ґрунту без суттєвого виносу його вологої частини на денну поверхню. Даний агрегат порівнювали із базовим аналогічного призначення. Він включав трактор загального призначення тягового класу 3 і культиватор типу КПС-8. Експериментальними дослідженнями установлено, що використання нового машинно-тракторного агрегату для обробітки парів в умовах нестачі ґрунтової вологи дозволяє підвищити продуктивність роботи щонайменше на 8% і майже вдвічі зменшити питомі витрати пального. Імовірність збереження новим боронувальним агрегатом допуску коливань глибини обробітки парового поля на рівні ± 1 см становить 78%.

Ключові слова: трактор, боронувальна ланка, лапа, продуктивність, поворот, витрати пального.

Постановка проблеми

Одним із перспективних напрямків обробітки парів в умовах нестачі ґрунтової вологи є систематичне мілке (5...6 см) розпушування ґрунту без його виносу на денну поверхню поля. Для практичної реалізації цього напрямку може бути використане ґрунтообробне знаряддя на базі боронувальних секцій. Кожна із них має 20 робочих органів, розташованих за загальновідомою схемою «зигзаг» у п'ять рядів і приєднується до рами знаряддя з допомогою двох повідків, нахилених під потрібним кутом до горизонту [1].

Нині практикуються два варіанти налаштування боронувальної секції. Один передбачає обладнання першого ряду зубів борони як нахиленими

горизонтальними, так і вертикально розташованими плоскорізальними елементами (сегментами) (рис. 1).

Згідно з другим варіантом налаштування боронувальної секції плоскі зуби її першого ряду для забезпечення кращого розрізання (подрібнення) рослинних решток у ґрунті не мають горизонтальних сегментів.



Рис. 1. Вид боронувальної ланки.

Fig. 1. Type of harrow section.

Однією із задач ефективного практичного використання таких борін є забезпечення стійкості їх руху у поздовжньо-вертикальній площині. Успішне розв'язання даної задачі забезпечить якісне виконання боронувальним знаряддям технологічного процесу і високі експлуатаційно-технологічні показники.

Аналіз останніх досліджень

Найбільш придатними робочими органами для обробітки парів в умовах недостатнього зволоження є такі плоскорізальні, у яких кут розпушення практично відсутній. Завдяки цьому вони практично не виносять вологий ґрунт на денну поверхню поля. Водночас, конструктивна ширина захвату цих робочих органів настільки значна, що практично унеможливує їх стабільний хід на малій (4...6 см) глибині обробітки ґрунту. Саме із-за цієї причини вони і не знайшли більш-менш широкого застосування в технологіях догляду за парами.

У науковому сенсі динаміка вертикального руху боронувальних секцій із плоскорізальними робочими органами у повному обсязі не розглядалась взагалі. Більш-менш широка практика застосування вузькозахватних і майже плоскорізальних робочих органів для поверхневого обробітку (розпушення) ґрунту була впроваджена Всесоюзним науково-дослідним інститутом цукрових буряків. Проведені його науковцями лабораторно-польові дослідження засвідчили, що найбільш сприятливі умови для дружного проростання насіння і розвитку сходів цієї культури можливі за мілкогрудкуватої структури верхнього (1...10 мм) шару ґрунту [2].

Такий стан останнього, за їх переконанням, здатна забезпечувати борона-культиватор ВНИС-Р, розроблена кандидатом сільськогосподарських наук А.Г. Радченком [3]. Її робочі органи – лапки різної довжини – здійснюють пошарово-ярусний обробіток ґрунту. Глибина його розпушування змінюється при цьому від 2 до 12 см. Конструктивна ширина захвату кожної із лап (крім першого ряду борони-культиватора) становить 46 мм. В окремих конструкціях значина цього параметру сягає 50 і навіть 70 мм [2]. При цьому робочі органи першого ряду борони-культиватора ВНИС-Р виконані у вигляді звичайних зубів без лапок.

Поряд з очевидними перевагами, дослідниками було встановлено, що рух ґрунтообробних знарядь типу ВНИС-Р характеризується наявністю вібрації борін у поздовжньо-вертикальній площині. В кінцевому випадку це певним чином негативно відображалось на якості обробітку ґрунту. Особливо відчутно це проявлялося на підвищених швидкостях роботи боронувального машинно-тракторного агрегату [4].

Є певні напрацювання, які стосуються досліджень агрегування борін із звичайними зубами (типу БЗСС-1,0 і БЗТС-1,0). Так, у роботі [5] підкреслюється, що у серійних борін повідки під час підвищеного руху МТА обмежують ступінь пристосовуваності ланок у поздовжньо-вертикальній площині. Для вирішення цієї проблеми науковці ВІМ (Росія) у кожній із серійних борін типу БЗСС-1,0 і БЗТС-1,0 зменшили кількість зубів із 20 до 15. Такий конструктивний захід дозволив збільшити питоме вертикальне навантаження на кожен зуб знаряддя.

Більше того, замість звичайних повідків кожному із боронувальних ланок приєднували до рами з допомогою лише одного шарнірного з'єднання. Причому, для запобігання стикування у горизонтальній площині борони з'єднували між собою жорсткими ланками.

До недоліків такого конструктивного рішення слід віднести наступне. За однієї і тієї ж конструктивної ширини захвату кожен ряд нової борони має три зуби, у той час, як серійної – чотири. У підсумку відстань між зубами по фронту у нового конструктивного рішення є більшою. Якщо тепер саме таку борону обладнати плоскорізальними ґрунтообробними елементами, то ширину захвату кожного із них слід брати більшою. А це, як уже підкреслювалося вище, у аспекті розглядуваної нами проблеми є небажаним.

Вищенаведений аналіз показує, що дослідження боронувальних ґрунтообробних знарядь того чи іншого конструктивного виконання крім динаміки їх руху певною мірою торкалися питань якості здійснення технологічного процесу.

Водночас, визначення експлуатаційно-технологічних показників роботи машинно-тракторних агрегатів (МТА) на основі таких ґрунтообробних знарядь практично не проводилось. А їх наявність у край потрібна агровиробникам при прийнятті рішення щодо застосування таких МТА на практиці.

Мета досліджень

Визначення необхідних експлуатаційно-технологічних показників роботи машинно-тракторного агрегату, технологічною частиною якого є боронувальне знаряддя, призначене для обробітку парів в умовах дефіциту ґрунтової вологи.

Результати досліджень

Дослідний агрегат складався із універсально-просапного трактора тягового класу 1,4 (МТЗ-8920 з подвоєними задніми шинами 16,9R38, а також боронувального знаряддя (рис. 2).



Рис.2. Боронувальний агрегат.

Fig. 2. Harrow tractor-machine unit.

Останнє було у вигляді рами із приєднаними до неї з допомогою повідків 9 борін. У кожній із них робочі органи першого ряду були обладнані вертикально установленими сегментами (рис. 3).

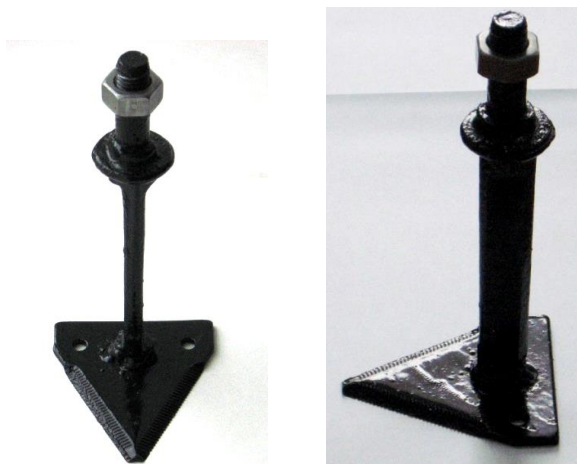


Рис. 3. Форма зуба боронувальної ланки.

Fig. 3. Harrow tooth shape.

Решта робочих органів боронувальної ланки мали стояки, звужені до 8 мм, а також були обладнані сегментними лапами, установленими на стояках під кутом 5° до горизонтальної площини (див. рис. 1).

Рама знаряддя обладнана власною ходовою системою та зчпним пристроєм для здійснення її дальнього транспортування.

Під час проведення експлуатаційно-технологічної оцінки дослідного МТА робочий рух його по полю здійснювали «човниковим» способом із застосуванням «грушоподібного повороту».

Мінімальну (розрахункову) ширину поворотної смуги (E_{min}), необхідної для роботи нового боронувального машинно-тракторного агрегату, розраховували із загальновідомого виразу [6]:

$$E_{min} = 2,8 \cdot R_{min} + L_{BA} + d_k,$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту трактора, м; L_{BA} – довжина виїзду боронувального агрегату на поворотній смузі, м; d_k – кінематична ширина дослідного МТА, м.

При здійсненні повороту універсально-просапним трактором сліди проходу (колії) його передніх і задніх рушіїв, як відомо, не співпадають. З огляду на це, згідно з нормативним документом [7] за мінімальний радіус повороту енергетичного засобу приймають найменший габаритний радіус кола, яке описує повернуте на максимальний кут переднє зовнішнє колесо трактора. Водночас, у розрахунках кінематичних характеристик повороту машинно-тракторних агрегатів така значина мінімального радіусу повороту енергетичного засобу науковцями не використовується.

У сільськогосподарській практиці для трактора з жорсткою рамою та передніми керованими колесами R_{min} – це відстань від «центру повороту» енергетичного засобу до середини осі його задніх коліс [8]. За центр повороту трактора при цьому приймають точку перетину двох ліній, одна із яких – продовження осі задніх коліс універсально-просапного трактора, а друга є перпендикуляром до площини умовного колеса, розташованого у центрі переднього мосту трактора і повернутого на максимальний кут [9]. Останній (позначимо його α) розраховують так:

$$\alpha = \frac{\alpha_3 + \alpha_6}{2},$$

α_3 , α_6 – максимальні кути повороту відповідно зовнішнього і внутрішнього передніх керованих коліс трактора, град.

Для визначення мінімального радіусу повороту використовуваного нами трактора застосовували методику, описану у роботі [10].

Для цього на горизонтальному майданчику з відносно пухкою поверхнею енергетичний засіб здійснював рівномірний рух по колу з максимальним кутом повороту керованих коліс. Після проходу задніх коліс лівого та правого бортів трактора отримали два концентричних кола діаметром D_1 і D_2 (рис. 4). Після їх замірів величину R_{min} розраховували із виразу:

$$R_{min} = \frac{D_1 + D_2}{4}.$$

Замірами було встановлено, що діаметр D_1 дорівнював 6,8 м, а D_2 – 9,6 м.

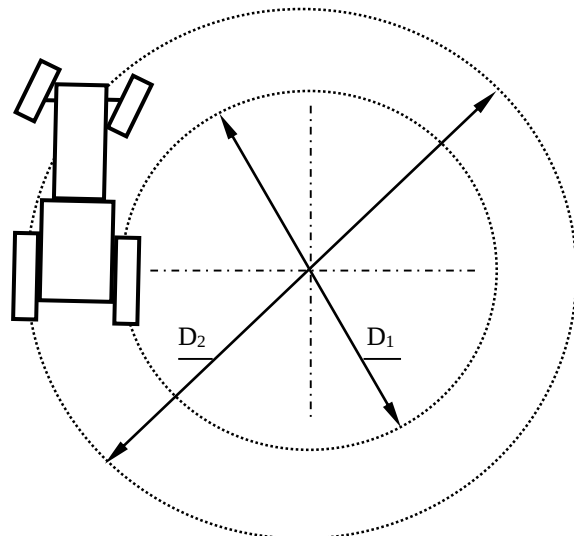


Рис. 4. Методика визначення мінімального радіусу повороту трактора.

Fig. 4. Method for determining the tractor's minimum turning radius.

У підсумку отримали, що $R_{min} = (D_1 + D_2)/4 = (6,8 + 9,6)/4 = 4,1$ м.

Довжина виїзду дослідного боронувального машинно-тракторного агрегату (L_{BA}) становила 4,6 м, а кінематична ширина d_k – 4,4 м.

В результаті отримали:

$$E_{min} = 2,8 \cdot 4,1 + 4,6 + 4,4 = 20,48 \text{ м.}$$

На практиці дійсну ширину поворотної смуги (E_d) прийнято приймати кратною робочій ширині захвату машинно-тракторного агрегату (B_p). Звідси:

$$E_d = \text{Integer} \left(\frac{E_{min}}{B_p} \right) \cdot B_p$$

або

$$E_d = \text{Integer} \left(\frac{2,8 \cdot R_{min} + L_{BA} + d_k}{B_p} \right) \cdot B_p.$$

Оскільки в нашому випадку $B_p = 8,8$ м, то

$$E_d = \text{Integer} (20,48/8,8) \cdot 8,8 = 26,4 \text{ м.}$$

На практиці це означає, що для досліджуваного нами боронувального машинно-тракторного агрегату величина дійсної значини поворотної смуги відповідає 3 його робочим проходам.

За базовий агрегат (об'єкт) для обробітку парового поля приймали МТА у складі трактора тягового класу 3 (ХТ3-17221) і причіпного культиватора КПС-8. Мінімальний радіус повороту цього трактора становить 5,5 м. Довжина виїзду даного культиваторного МТА дорівнює 10,8 м, а кінематична ширина (як вліво так і вправо) – 4 м.

Звідси отримуємо:

$$E_{min} = 2,8 \cdot 5,5 + 10,8 + 4,0 = 30,2 \text{ м.}$$

За робочої ширини захвату 8 м дійсна значина ширини поворотної смуги для культиваторного агрегату становила:

$$E_d = \text{Integer} (30,2/8) \cdot 8 = 32,0 \text{ м.}$$

Отримана величина E_d відповідає 4 робочим проходам даного ґрунтообробного машинно-тракторного агрегату. Як бачимо, у порівнянні з новим боронувальним МТА значина цього досить важливого

технологічного параметру щонайменше на 21% більша.

У процесі свого функціонування на здійснення одного повороту будь-який машинно-тракторний агрегат може витрачати час (T_n), який розраховується наступним чином:

$$T_n = \frac{L_x}{V_n},$$

де L_x , V_n – довжина (м) та швидкість (м/с) повороту МТА.

З достатньою для практики точністю величину L_x можна розрахувати із застосуванням наступного виразу: [6]:

$$L_x = 8 \cdot R_{min} + 2 \cdot L_{BA}.$$

Попередніми дослідженнями встановлено, що середня швидкість машинно-тракторних агрегатів для культивачів (боронування) парів під час їх руху на поворотній смузі становить 2 м/с. З урахуванням вищевикладеного отримуємо:

- для нового боронувального агрегату:

$$T_n = (8 \cdot 4,1 + 2 \cdot 4,6) / 2 = 21 \text{ с};$$

- для базового культиваторного МТА:

$$T_n = (8 \cdot 5,5 + 2 \cdot 10,8) / 2 = 33 \text{ с}.$$

Як впливає із аналізу приведених вище розрахунків, у базового культиваторного агрегату час одного повороту в 1,57 рази більший.

Перед практичним здійсненням експлуатаційно-технологічної оцінки порівнюваних ґрунтообробних агрегатів на полі формували загінки певної ширини. Оптимальну значину цього параметру (C_{opt}) знаходили із виразу [6]:

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot R_{min}^2 + 2 \cdot B_p \cdot L_r},$$

де L_r – довжина гону поля, м.

Під час експлуатаційних польових випробувань обидва порівнюваних агрегати функціонували на одному і тому ж полі. Площа його становила 88 га, а довжина його гону дорівнювала 980 м. З огляду на це отримали:

- для базового агрегату $C_{opt} = 127$ м;

- для нового боронувального МТА $C_{opt} = 132$ м.

В умовах реальної експлуатації будь-якого агрегату оптимальну ширину загінки приводять до дійсної (C_d), яка повинна бути кратною робочій ширині захвату МТА. Згідно з пропозиціями роботи [6] величина C_d має бути не меншою за C_{opt} і з коефіцієнтом K кратною подвоєній робочій ширині захвату агрегату. Тобто:

$$C_{opt} \leq C_d = 2 \cdot K \cdot B_p.$$

Прийнявши для подальшого аналізу

$$C_{opt} = 2 \cdot K \cdot B_p,$$

знаходимо, що

$$K = \frac{C_{opt}}{2 \cdot B_p}.$$

З урахуванням цього маємо:

- для базового культиваторного агрегату:

$$K = 127 / (2 \cdot 8) = 8;$$

$$C_d = 8 \cdot 2 \cdot 8 = 128 \text{ м};$$

- для нового боронувального МТА:

$$K = 132 / (2 \cdot 8,8) = 8;$$

$$C_d = 8 \cdot 2 \cdot 8,8 = 140,8 \text{ м}.$$

Організувавши таким чином робочі ділянки, протягом трьох контрольних змін проводили хронографію роботи порівнюваних ґрунтообробних агрегатів. Обидва МТА працювали на фоні з наступними характеристиками: вологість ґрунту у шарі 0...15 см – 19,8%; щільність ґрунту у шарі 0...15 см – 1,20 г/см³.

Новий ґрунтообробний агрегат у складі трактора МТЗ-892 з подвоєними задніми шинами 16,9R38 та задньонавісного боронувального знаряддя під умовною маркою БП-9 (див. рис. 2) було налагоджено у відповідності з практичними рекомендаціями, розробленими на основі аналізу проведених теоретичних та експериментальних досліджень [11].

Базовий культиваторний агрегат у складі трактора ХТЗ-17221 та причіпного серійного культиватора КПС-8 використовували на ділянках того ж поля, на якому працював дослідний боронувальний МТА. Робочі органи знаряддя КПС-8 були попередньо відрегульовані на глибину обробітку ґрунту 12 см.

Для виключення впливу суб'єктивного фактору на обох ґрунтообробних агрегатах (базовому та новому) почергово працював один і той же механізатор.

Таблиця 1. Експлуатаційно-технологічні показники роботи порівнюваних ґрунтообробних машинно-тракторних агрегатів.

Table 1. Operational and technological performance of comparable tillage machines and tractors.

Показник	МТА	
	базовий	новий
Склад МТА: трактор	ХТЗ-17221	МТЗ-892
знаряддя	КПС-8	БП-9
Режим роботи :		
- ширина захвату, м	7,9	8,7
- швидкість руху, км/год.	8,9	9,0
- глибина культивачів, см	12	6
Продуктивність роботи, га/год.:		
- основного часу	7,0	7,8
- змінного часу	6,2	6,9
- експлуатаційного часу	6,1	6,8
Питомі витрати пального, кг/га	4,1	2,0
Коефіцієнти :		
- використання змінного часу	0,89	0,88
- використання експлуатаційного часу	0,87	0,87
- надійності технологічного процесу	0,99	0,99
- використання робочих ходів	0,90	0,93
Тривалість одного «грушоподібного» повороту, с	35	25
Ширина поворотної смуги, м	32,0	26,4
Агротехнічні показники:		
- середня значина глибини обробітку ґрунту, см	12,3	5,8
- рівномірність глибини обробітку ґрунту, ±см	1,8	0,8

Аналіз отриманих даних показав (таблиця 1), що новий боронувальний агрегат продуктивніший на 8,3%. Ця перевага отримана практичного за рахунок більшої ширини захвату у нового МТА.

Водночас, новий боронувальний агрегат більш економічний, ніж базовий: питомі витрати пального ним удвічі менші.

У принципі такий результат цілком логічний, якщо враховувати енергетичні витрати при обробітку ґрунту боронувальним МТА на глибину 5...6 см і культиваторним на глибину 12...13 см.

Коефіцієнти використання змінного і експлуатаційного часу у обох агрегатів практично однакові. Навіть на статистичному рівні значущості 0,01 (довірча ймовірність 99%) отримана різниця значин цих коефіцієнтів є суто випадковою, а тому нуль-гіпотеза про їх рівність не відхиляється.

Як впливає із аналізу викладених вище результатів розрахунків, довжина виїзду у базового агрегату ($L_{BA} = 10,8$ м) у 2,3 рази більша, ніж у дослідного МТА ($L_{BA} = 4,6$ м). Це обумовило більшу довжину шляху руху першого на поворотній смузі.

У підсумку за однакової швидкості руху холостого ходу середня тривалість одного «грушоподібного» повороту у нового боронувального МТА виявилась на 28,6% меншою (25 с проти 35 с, див. табл. 1). Завдяки цьому більшим був у даного машинно-тракторного агрегату і коефіцієнт використання робочих ходів: 0,93 проти 0,90 (див. табл. 1).

За агротехнічні показники роботи розглядуваних ґрунтообробних машинно-тракторних агрегатів у даному випадку були прийняті:

- ймовірність збереження технологічного допуску на коливання глибини обробітку ґрунту (P , %);
- частота відхилення дійсної значини глибини обробітку ґрунту від заданого рівня (N , 1/м).

Перший із цих показників розраховується за формулою [12]:

$$P = 2 \cdot \Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right),$$

де Φ – табульована функція Лапласа; Δ – допуск на коливання глибини обробітку парового поля, $\pm$ см; σ – середнє квадратичне відхилення глибини обробітку парового поля, $\pm$ см.

Для розрахунку другого показника (тобто n) використовують наступну залежність [59]:

$$N = \frac{\omega_o}{2 \cdot \pi} \cdot \exp\left(-\frac{\Delta^2}{2 \cdot \sigma^2}\right),$$

де ω_o – середня частота процесу коливання глибини обробітку ґрунту парового поля, 1/м.

Якщо відомий хоча б півперіод цих коливань (T_{np}), то для визначення показника N застосовують такий вираз [12]:

$$N = \frac{1}{2 \cdot T_{np}} \cdot \exp\left(-\frac{\Delta^2}{2 \cdot \sigma^2}\right).$$

Півперіод коливань глибини обробітку ґрунту можна визначити, використовуючи кореляційну функцію цього процесу. Для цього застосовують наступну залежність [13]:

$$T_{np} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n (\tau_{i+1} - \tau_i),$$

де n – число точок перетину нормованою кореляційною функцією осі, яка проходить через нульову ординату;

τ_i – послідовні значини абсцис точок перетину кореляційною функцією осі, яка проходить через нульову ординату.

У розглядуваному нами випадку із аналізу нормованих кореляційних функцій випливає, що у середньому $T_{np} = 0,35$ м.

Слід підкреслити, що для такого технологічного процесу, як догляд за парами, агротехнічні вимоги щодо допуску на коливання глибини обробітку ґрунту офіційно не сформульовані. З огляду на це для подальшого аналізу приймемо, що задля забезпечення мінімальних втрат вологи під час боронування пару величина Δ не повинна перевищувати ± 1 см. Це вдвічі менше за загальновідомий аналогічний показник, установлений для оранки.

Оскільки для дослідного боронувального МТА $\sigma = \pm 0,8$ см (див. табл. 1), то відношення $\Delta/\sigma = 1/0,8 = 1,25$. Як впливає із розповсюджених довідкових табличних даних функція Лапласа для цієї значини становить 0,39. З урахуванням вище приведеної формули для величини P виходить, що ймовірність збереження новим боронувальним агрегатом допуску коливань глибини обробітку парового поля на рівні ± 1 см становить 78%.

Що стосується частоти відхилення дійсної значини глибини обробітку ґрунту від заданого рівня, то вона становить 0,66 випадків на 1 м шляху руху боронувального агрегату. Тобто, на кожні 1,5 м шляху переміщення ґрунтообробного агрегату можливий один випадок відхилення коливання глибини обробітку парового поля від допуску ± 1 см.

Для порівняння: ймовірність збереження базовим культиваторним агрегатом допуску $\Delta = \pm 1$ см при $\sigma = 1,8$ см (див. табл. 1) становить 44%, тобто практично удвічі менша. За умови однієї і тієї ж значини параметра T_{np} значина параметра N дорівнює при цьому 1,23 1/м. Тобто, на кожних 0,81 м може мати місце один випадок відхилення коливання глибини обробітку парового поля від прийнятого допуску ± 1 см.

І такий результат є цілком логічним, оскільки рівномірність глибини обробітку ґрунту новим боронувальним агрегатом суттєво вища, ніж базовим. Порівнюючи між собою дисперсії коливань цього параметру ($3,24$ см² і $0,64$ см²) за F-критерієм Фішера можна стверджувати, що нуль-гіпотеза про їх рівність практично на будь-якому статистичному рівні значущості відхиляється. А це однозначно вказує на те, що рівномірність глибини обробітку ґрунту новим боронувальним агрегатом закономірно вища, ніж базовим культиваторним МТА.

Висновки

1. Використання нового машинно-тракторного агрегату для обробітку парів в умовах нестачі

грунтової вологи у порівнянні з базовим МТА аналогічного призначення дозволяє підвищити продуктивність роботи щонайменше на 8%.

2. Питомі витрати пального у запропонованого агрегату практично удвічі менші.

3. З ймовірністю 95% можна стверджувати, що рівномірність глибини обробітку новим боронувальним МТА вища, ніж у базового культиваторного агрегату аналогічного призначення.

Список літератури

1. Надикто В. Т., Тиховод М. А. Роль парів у збереженні та накопиченні вологи ґрунту. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2020. Вип. 20. Т. 2. С. 3-23.
2. Коломиец А. П. Борона-культиватор ВНИС-Р на свекловичных плантациях. Сахарная свекла. 1974. №3. С. 14-16.
3. Радченко А. Г. Теоретические основы послойно-ярусной обработки почвы. Вопросы агротехники получения высоких урожаев. Київ. ВНИС. 1972. С. 28-32.
4. Юнусов Г. С. Разработка блочно-модульного агрегата для предпосевной обработки почвы. МарГУ. Йошкар-Ола. 2001. 140 с.
5. Труфанов В. В. Результаты исследования зубовых борон новой конструкции. Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1986. №4. С. 12-14.
6. Фере Н. Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва. Колос. 1978. 256 с.
7. ДСТУ ГОСТ 30752-2003 (ИСО 789-3-93). Визначення найменшого та габаритного діаметрів кола повороту. Київ. 2003. 12 с.
8. Фаробин Я. Е. Теория поворота транспортных машин. Москва. Машиностроение. 1970. 158 с.
9. Шумилин А. В., Володин А. Н. Метод определения характеристик поворота колесного транспортного средства на недеформируемом основании. Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1993. №8. С. 15-17.
10. Кістечок О. Д. Обґрунтування схеми та параметрів орного агрегату з переднім і заднім навісним плугами: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Кістечок Олександр Дмитрович. Мелітополь. 2017. 137 с.
11. Надикто В. Т., Тиховод М. А. Аналіз стійкості руху боронувальної секції. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11. No 2. P. 95-105.
12. Лурье А. Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. Ленинград. Колос. 1970. 376 с.
13. Воронов А. А., Титов В. К., Новогранов Б. Н. Основы теории автоматического регулирования и управления. Москва. Высшая школа. 1977. 519 с.

References

1. Nadykto V. T., Tykhovod M. A. (2020). The role of vapors in the preservation and accumulation of soil moisture. Proceedings of the Tavriya State Agrotechnological University. 20(2). 3-23.
2. Kolomiets A. P. (1974). Harrow-cultivator VNIS-R on beet plantations. Sugar beet. 3. 14-16.
3. Radchenko A. G. (1972). Theoretical foundations of layer-by-layer tillage. Issues of agricultural techniques for obtaining high yields. Kyiv. VNIS. 28-32.
4. Yunusov G. S. (2001). Development of block-modular unit for pre-sowing tillage. MarSU. Yoshkar-Ola. 140.
5. Trufanov V. V. (1986). The results of the study of tooth harrows of new design. Tractors and agricultural machinery. 4. 12-14.
6. Fere N. E. (1978). Manual for the operation of the machine-tractor fleet. Ed. 2nd, reworked. and ext. Moscow. Mir. 256.
7. DSTU GOST 30752-2003 (ISO 789-3-93). Determination of the smallest and overall diameters of the turning circle. Kyiv. 12.
8. Farobin E. E. (1970). Theory of rotation of transport vehicles. Moscow. Mechanical engineering. 158.
9. Shumilin A. V., Volodin A. N. (1993). Method for determining the characteristics of the rotation of a wheeled vehicle on a non-deformable base. Tractors and agricultural machinery. 8. 15-17.
10. Kistechok O. D. (2017). Substantiation of the scheme and parameters of the plow unit with front and rear mounted plows: dis. ... Cand. tech. Science: 05.05.11. Kistechok Alexander Dmitrovich. Melitopol. 137.
11. Nadykto V. T., Tykhovod M. A. (2020). Analysis of the stability of the harrowing section. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 11(2). 95-105.
12. Lurie A. B. (1970). Statistical dynamics of agricultural aggregates. Leningrad. Mir. 376.
13. Voronov A. A., Titov V. K., Novogranov B. N. (1977). Fundamentals of the theory of automatic control and management. Moscow. High school. 519.

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ АГРЕГАТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПАРОВ

В. Т. Надикто, М. А. Тиховод

Аннотация. Одной из проблем ухода за парами в засушливых условиях юга Украины является отсутствие технических средств, позволяющих обеспечить наличие влаги в почве на момент посева озимых. В статье излагаются результаты эксплуатационно-технологической оценки работы машинно-тракторного агрегата в составе универсально-пропашного трактора тягового класса 1,4 и нового боронувального орудия. Его особенностью является применение плоскорезующих рабочих органов, осуществляющих разрыхление верхнего (5...6 см) слоя почвы без существенного выноса его влажной части на дневную поверхность. Данный агрегат сравнивали с базовым аналогичного назначения. Он включал трактор общего назначения

тягового класу 3 і культиватор типу КПС-8. Експериментальними дослідженнями встановлено, що використання нового машинно-тракторного агрегату для обробки парів в умовах недостатку ґрунтової вологи дозволяє підвищити продуктивність роботи мінімум на 8% і майже вдвічі зменшити удільний витрати палива. Ймовірність збереження новим бороновальним агрегатом допуску коливань глибини обробки парового поля на рівні ± 1 см становить 78%.

Ключові слова: трактор, бороновальне звено, лапа, продуктивність, поворот, витрати палива.

OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL EVALUATION OF THE UNIT FOR FALLOW CULTIVATION

V. T. Nadykto, M. A. Tikhovod

Abstract. One of the problems in the cultivation of fallow in the arid conditions of southern Ukraine is the lack of technical means to ensure the presence of moisture in the soil at the time of sowing winter crops. The article presents the operational and technological assessment results of the machine-tractor unit operation as part of a universal row-crop tractor of traction class 1.4 and a new harrow tool. Its feature is the use of flat-cutting working devices that loosen the upper (5...6 cm) soil layer without significant removal of its wet part to the day surface. This unit was compared with the base one for similar purposes. It included a general-purpose tractor of traction class 3 and a cultivator of the KPS-8 type. Experimental studies have established that using a new machine-tractor unit for cultivation fallow in conditions of soil moisture lack allows increasing work performance by at least 8% and almost halving the specific fuel consumption. The probability of maintaining the tolerance of fluctuations in the depth of processing of the fallow field at the level of ± 1 cm by the new harrow unit is 78%.

Key words: tractor, harrow link, share, performance, turn, fuel consumption.

В. Т. Надикто ORCID 0000-0002-1770-8297.

М. А. Тиховод ORCID 0000-0001-8463-5481.

