Machinery & Energetics. *Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 4, 65-71*
ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica

http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2020.04.065

УДК 631.514

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗРОБЛЕНИХ ВАРІАНТІВ БОРОНИ З ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАРОБЛЯННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК

М. Б. Клендій[1], М. І. Клендій[1], Р. В. Шатров[2]

[1]Відокремлений підрозділ національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна.
[2]Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: Klendiy@ukr.net, rvshatrov@outlook.com.

Історія статті: отримано – липень 2020, акцептовано – жовтень 2020.
Бібл. 22, рис. 5, табл. 2.

Анотація. Метою дослідження є встановлення впливу конструктивних і технологічних параметрів розроблених варіантів борони з гвинтовими робочими органами на ефективність заробляння рослинних решток.

Об’єктом дослідження є технологічний процес обробітку ґрунту бороною з гвинтовими робочими органами. Предметом дослідження є закономірності перебігу процесу заробляння рослинних решток залежно від зміни кута атаки робочого органу, величини кроку гвинтового робочого органу та глибини обробітку ґрунт.

На основі проведеного комплексу експериментальних досліджень виведено регресійні залежності для визначення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток бороною із гвинтовими робочими органами. Побудовані поверхні відгуку залежності відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ при обробітку ґрунту бороною із гвинтовими робочими органами.

Результати: Встановлено, що домінуючий вплив на величину відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ, має глибина обробітку ґрунту h, далі кут атаки β батареї гвинтових робочих органів і найменше впливає величина кроку гвинтового робочого органу T.

Ключові слова: борона з гвинтовими робочими органами, кут атаки, крок гвинтового робочого органу, глибина обробітку ґрунту, заробляння рослинних решток.

Постановка проблеми

Ґрунтообробні робочі органи сільськогосподарських машин створюють необхідні умови для інтенсивного росту і розвитку рослини: у зв'язку з обробітком ґрунту полегшується доступ кисню і вологи у ґрунт, коренева система швидше розвивається і тим самим рослиною інтенсивно засвоюються макро- та мікроелементи з ґрунту, що веде до швидшого розвитку рослини і, як результат, потенціал біологічного врожаю зростає. Похідними від підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки є врожайність (забезпечення потреб рослин в цілому) і собівартість продукції (витрати паливно-мастильних матеріалів, продуктивність, затрати робочого часу).

Актуальним постає питання зменшення собівартості виконання технологічних операцій при збереженні продуктивності роботи сільськогосподарської техніки та якості їх виконання. Тому актуальним є створення нових сільськогосподарських машин, їх робочих органів та проведення відповідних досліджень і розроблення рекомендацій для ефективного вирощування продукції рослинництва.

Аналіз останніх досліджень

Для обертання і кришіння ґрунту, перерізання пожнивних решток, перемішування їх із ґрунтом використовуються сферичні ґрунтообробні диски [1–3]. Від відстані між дисками, їх конструктивних параметрів і кутів установки залежить форма профілю обробленої смуги ґрунту та висота гребенів. Диск встановлюють так, щоб між площиною розташування леза (крайки диска) і напрямком руху агрегату був певний кут атаки. Для покращення перемішування диск відхиляють ще й у вертикальній площині, тому кожен диск має індивідуальне кріплення осі обертання до рами. Якщо застосувати гвинтову поверхню, то можна очікувати аналогічні результати роботи, але її можна кріпити на спільному валу, подібно до батареї дисків лущильника.

- Для поверхневого обробітку ґрунту широко застосовують дискові робочі органи. Проектування і розрахунок дискових ґрунтообробних знарядь ґрунтовно розкрив П.М. Заїка [4]. Також розроблено аналітичну модель установки ґрунтообробних

сферичних дисків для визначення геометричних та технологічних характеристик [5]. У працях більш вузького спрямування досліджуються різні аспекти покращення якості обробітку ґрунту такими знаряддями [6–9]. Визначено науковцями і перспективи подальшого вдосконалення дискових та інших ґрунтообробних знарядь [10, 19, 20, 21, 22]. В працях [11,12] теоретично обґрунтовано конструкцію грунтообробного знаряддя, в якому, в якості робочих органів використано гвинтові поверхні із відсіку розгортного гелікоїда.

Мета досліджень

Метою дослідження є встановлення впливу конструктивних і технологічних параметрів розроблених варіантів борони з гвинтовими робочими органами на ефективність заробляння рослинних решток, тобто визначення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток залежно від зміни кута атаки робочого органу, величини кроку гвинтового робочого органу та глибини обробітку ґрунту.

Результати досліджень

На основі теоретично одержаних конструктивних параметрів витків гелікоїда, було розроблено конструкцію і виготовлено гвинтові робочі органи борони, конструкцію яких показано на рис. 1, а також експериментальний варіант борони з гвинтовими робочими органами (рис. 2) [11, 12]. В таблиці 1 представлено технічну характеристику борони з гвинтовими робочими органами.

Рис. 1. Загальний вигляд гвинтового робочого органу.

Fig. 1. General view of the screw working body.

Одним із вагомих резервів підвищення родючості ґрунтів є використання соломи й інших рослинних решток, як органічних добрив, оскільки нині тваринницька галузь і близько не спроможна продукувати достатньої кількості органічних добрив. Натомість мінеральні дорогі і не здатні забезпечити тих переваг, які дає внесення гною. Це передусім утворення органічної речовини та поліпшення механічних властивостей ґрунту, що виявляється у підвищеній здатності абсорбувати і зберігати вологу. Тому поле, на якому регулярно вноситься органіка, завжди буде перспективнішим у плані врожаю у порівнянні з тим, де застосовується лише «хімія». Використання пожнивних решток зібраних культур дає змогу забезпечити надходження у ґрунт до 60–70% органічних речовин, фактично аналогічних за цінністю до класичного підстилкового гною. При цьому, найвищий позитивний ефект спостерігається на ріпаку, соняшнику, бобових, кукурудзі та картоплі.

Дослідження із визначення ефективності заробляння рослинних решток ξ (визначення відсотка площі поверхні ділянки поля з повним зароблянням рослинних решток, %) проводились в польових умовах, при обробітку стерні пшениці в умовах господарства ФГ «Вікторія 92».

Рис. 2. Загальний вигляд експериментального взірця борони з гвинтовими робочими органами.

Fig. 2. General view of an experimental sample of a harrow with screw working bodies.

Таблиця 1. Технічна характеристика борони з гвинтовими робочими органами.

Table 1. Technical characteristics of the harrow with gunt working organs.

Параметр	Значення
Конструктивна ширина захвату, м	1,3
Необхідна потужність трактора, к.с.	від 40
Агрегатування з трактором	начіпне
Маса , кг	172
Кількість витків гелікоїда, шт	10
Зовнішній діаметр гелікоїда, мм	562-570
Глибина обробітку, см	3-12
Робоча швидкість, км/год	7...17
Габаритні розміри в транспортному положенні (довжина × ширина × висота).	2090×1430 ×1250

Обробіток ґрунту проводився бороною із гвинтовими робочими органами, в якій почергово, після обробітку певної ділянки (площею приблизно 100 м^2), замінювали робочі органи (різних конструкцій і типорозмірів) та проводили переналагодження їх відносно напрямку руху.

Програма експериментальних досліджень передбачала проведення досліджень зміни величини відсотка площі поверхні ділянки поля з повним зароблянням рослинних решток ξ від величини кута розміщення батареї гвинтових робочих органів відносно напряму руху (кута атаки β), величини кроку

гвинтового робочого органу *T* та глибини обробітку *h*. Для одержання значень досліджуваної величини використовували пікові (максимальні) значення, отримані в результаті досліджень даних.

Оцінка ефективності заробляння рослинних решток виконувалась методом спектрального аналізу інформації, одержаної із серії фотознімків, зроблених з висоти 10 м (при забезпеченні повздовжнього перекриття знімків не менше 60% відповідно до вимог фотограмметрії [345]), камерою квадрокоптера моделі DJI Phantom 4 шляхом обробки результатів знімання та побудови картографічних матеріалів у комп'ютерній програмі Agisoft Photoscan. Для визначення відсотка площі поверхні ділянки поля з повним зароблянням рослинних решток використовувалась геоінформаційна система (ГІС) QGis 3, у якій виконувалась керована класифікація поверхні ґрунту методом навчальної вибірки.

Для кожного з факторів експеримент проводився не менше 3 разів, після чого визначалося середнє значення результату, яке використовувалось для подальшого статистичного оброблення результатів експерименту.

Для визначення впливу конструктивних та технологічних параметрів гвинтових робочих органів борони (незалежних факторів x_i) на величини відсотка площі поверхні ділянки поля з повним зароблянням рослинних решток ξ проведено повнофакторні експерименти, тобто визначення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ, % від зміни трьох основних факторів: кута атаки робочого органу β, *град.*, величини кроку гвинтового робочого органу *T*, *м* та глибини обробітку *h*, *м*, тобто $\xi=f(\beta, T, h)$, які наведено таблиці 2.

Після кодування факторів складали план-матрицю відповідного багатофакторного експерименту типу ПФЕ 3^3 для числа дослідів $N = 3^3$.

Загальний вигляд рівняння регресії відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток залежно від зміни кута атаки робочого органу β, величини кроку гвинтового робочого органу *T* та глибини обробітку *h*, тобто, $\xi=f(\beta, T, h)$ має вигляд:

$$\xi = 81.205 - 33.33T - 245.32h + 2.84\beta h + 1639.61h^2.$$

Отримане рівняння регресії (1) може використовуватись для визначення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ, % від зміни трьох основних факторів: кута атаки робочого органу β, величини кроку гвинтового робочого органу *T* та глибини обробітку *h*, при обробітку ґрунту в таких межах зміни вхідних факторів:

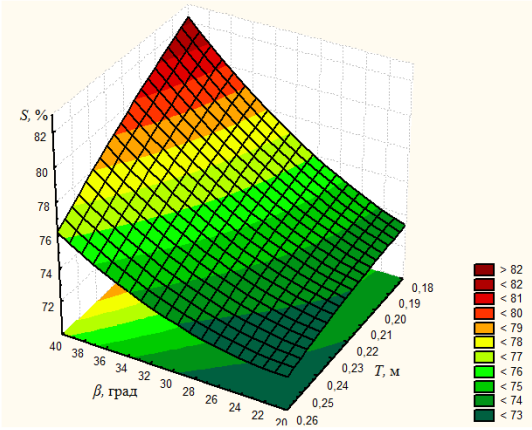
$20 \le \beta \le 40$ (град); $0{,}18 \le T \le 0{,}26$ (м); $0{,}08 \le h \le 0{,}12$ (м).

За допомогою програмного забезпечення Statistica-6.0 для ПК побудували графічне відтворення проміжних загальних регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірних перерізів відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ, як функцію від двох змінних факторів $x_{i(1,2)}$, за постійного незмінного рівня відповідного третього фактора $x_{i(3)} = const$.

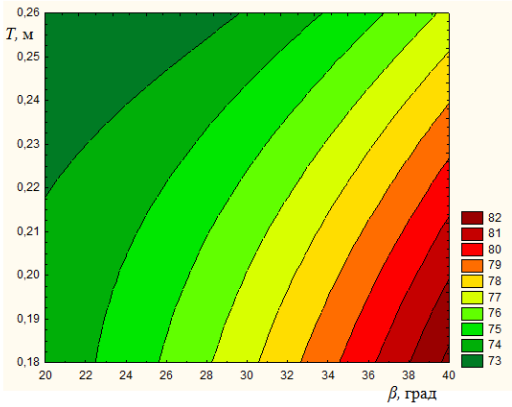
Таблиця 2. Характеристика факторів та значення їх рівнів для проведення експериментальних досліджень з визначення площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток.

Table 2. Characteristics of factors and the value of their levels for experimental studies to determine the surface area of the field with full earnings of crop residues.

Кодоване позначення і найменування фактора	Значення рівнів фактора
x_1 Кут атаки робочого органу β, *град*	20-30-40
x_2 Величина кроку гвинтового робочого органу *T*, *м*	0,18-0,22-0,26
x_3 Глибина обробітку *h*, *м*	0,08-0,10-0,12



а



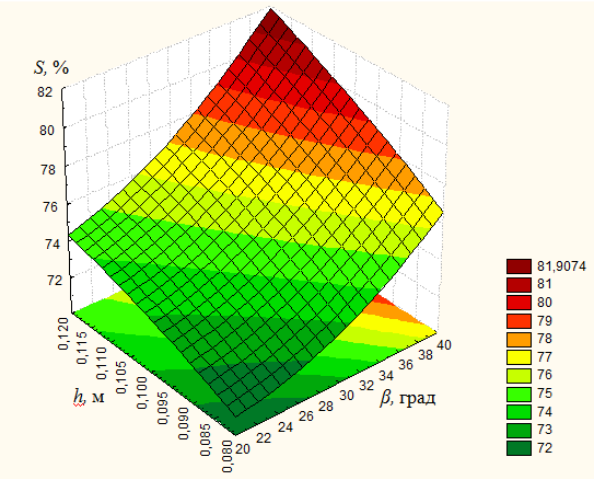
б

Рис. 3. Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток $\xi=f(\beta, T)$ від зміни кута атаки робочого органу β та величини кроку гвинтового робочого органу *T* (*h* = 0,1 *м*).

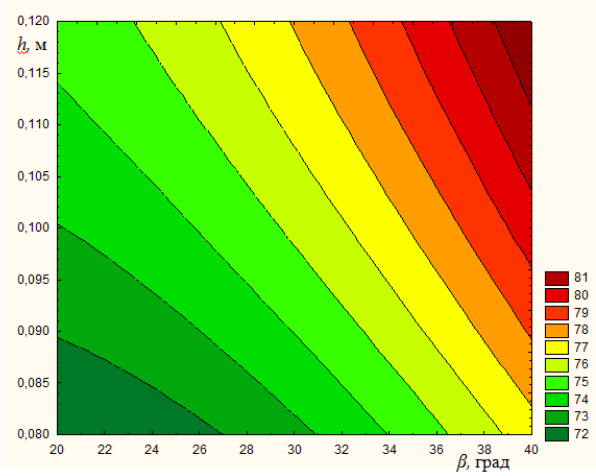
Fig. 3. Response surface (a) and two-dimensional cross-section of the response surface (b) dependence of the percentage of field surface area with full earnings of crop residues ξ = f (β, T) on changes in the angle of attack of the working body β and the pitch of the screw working body T (h = 0, 1 m).

Аналіз отриманого регресійного рівняння показує, що найбільший вплив на зміну відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ, чинять фактори x_3, x_1, (h, β) та комбінації цих

факторів. Збільшення величини фактора x_3 (h) призводить до збільшення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток на 7,4%. В загальному, для збільшення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток, необхідно збільшувати глибину обробітку і величину кута атаки та зменшувати крок гвинтового робочого органу.



а



б

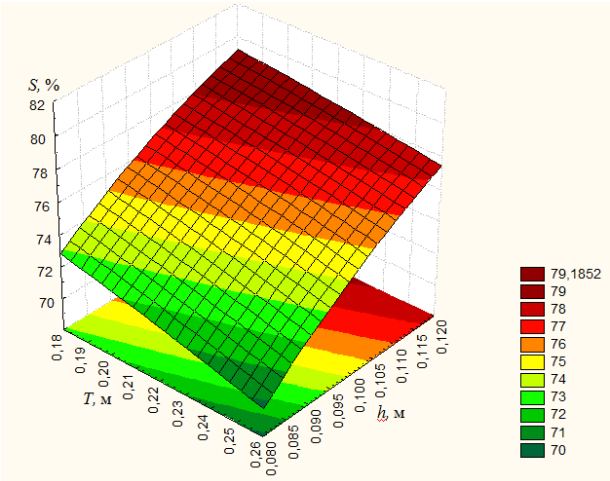
Рис. 4. Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток $\xi=f(\beta, h)$ від зміни кута атаки робочого органу β та глибини обробітку h (T = 0,22 *м*).

Fig. 4. Response surface (a) and two-dimensional cross-section of the response surface (b) dependence of the percentage of field surface area with full earnings of crop residues ξ = f (β, h) on the change of angle of attack of the working body β and tillage depth h (T = 0.22 m).

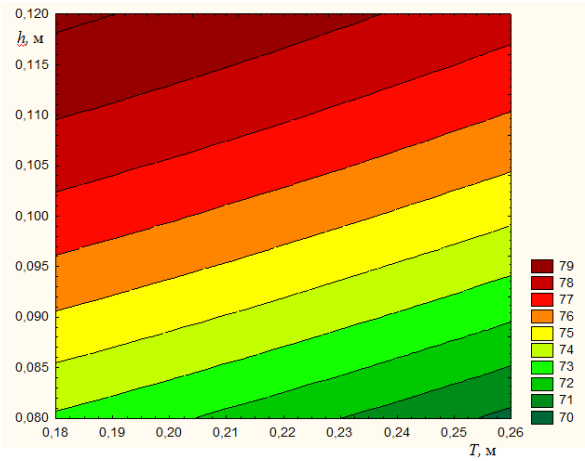
Згідно отриманих рівнянь регресії побудовано поверхні відгуку та двомірні їх перерізи продуктивності від зміни двох факторів для $x_3 = const$.

Графічні значення результатів залежності продуктивності, одержаної з використанням Statistica-6.0 наведено на рис. 3 – 5.

З рисунків 3 - 5 видно, що із збільшенням глибини обробітку величина відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток зростає і найбільше значення становить 84 %. Мінімальне значення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток складає 67 % при мінімальному куті атаки і максимальному кроці гвинтового робочого органу.



а



б

Рис. 5. Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток $\xi=f(T, h)$ величини кроку гвинтового робочого органу T та глибини обробітку h (β = 30 *град*).

Fig. 5. Response surface (a) and two-dimensional cross-section of the response surface (b) depending on the percentage of field surface area with full earnings of crop residues ξ = f (T, h) step size of the screw working body T and tillage depth h (β = 30 deg).

Висновки

1 На основі проведеного комплексу експериментальних досліджень виведено регресійні залежності для визначення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток бороною із гвинтовими робочими органами. Встановлено, що домінуючий вплив на величину відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ, має глибина обробітку ґрунту h, далі кут атаки β батареї гвинтових робочих органів і

найменше впливає величина кроку гвинтового робочого органу *T*. Побудовані поверхні відгуку залежності відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток ξ при обробітку ґрунту бороною із гвинтовими робочими органами, і встановлено, що із збільшенням глибини обробітку величина відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток зростає і найбільше значення становить 84 % Мінімальне значення відсотка площі поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток складає 67 % при мінімальному куті атаки і максимальному кроці гвинтового робочого органу.

Список літератури

1. *Стрельбицкий В. Ф.* Дисковые почвообрабатывающие машины. Москва. Машиностроение, 1978. 218 с.

2. *Циммерман М. З.* Рабочие органы почвообра--батывающих машин. Москва. Машиностроение, 1978. 162 с.

3. *Нартов П. С.* Дисковые почвообрабатывающие орудия. Воронеж. Издательство ВГУ, 1972. 158 с.

4. *Заїка П. М.* Теорія сільськогосподарських машин. Т. І (ч. 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків. Око, 2001. 444 с.

5. *Клендій М. Б., Пилипака С. Ф.* Аналітична модель установки ґрунтообробних сферичних дисків для визначення геометричних та технологічних характеристик. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2016. Вип. 241. С. 140-150.

6. *Гриненко О., Лебедєв С.* Дослідження коливань дискових ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. праць УкрНДІПВТ імені Леоніда Погорілого. 2011. Вип. 15 (29). С. 50-53.

7. *Кириченко А. К.* Оценка качества обработки почвы сферическими дисками с индивидуальной подвеской. Механизация работ в производстве зерна и селекционном процессе: сб. научных трудов. 1985. С. 18.

8. *Гапоненко О. І.* Програмування рівномірності обробітку дисковими робочими органами на пружних стійках. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: технічні науки. 2012. Вип. 11. С. 135-141.

9. *Клендій М. Б., Пилипака С. Ф.* Рух частинки по поверхні сферичного грунтообробного диска. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2017. Вип. 258. С. 283-296.

10. *Кравчук В. І., Грицишин М. І., Коваль С. М.* Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки; за ред. Кравчука В.І. Київ: Аграрна наука, 2004. 396 с.

11. *Пилипака С. Ф., Клендій М. Б.* Робочий орган із відсіку розгорнутої гвинтової поверхні як альтернатива ґрунтообробним дискам. Сучасні проблеми землеробської механіки. Збірник наукових праць XVIII Міжнародної наукової конференції. 16-18 жовтня 2017 року. Кам'янець-Подільський. С. 170-174.

12. Патент на корисну модель. № 133362. Борона з гвинтовими робочими органами Україна. МПК (2019.01) A01B 25/00) № a 201702099 Заявл. 6.03.2017 Опубл. 10.03.2019. Бюл. № 7.

13. *Serhii Pylypaka, Mykola Klendii, Oleksandra Klendii*. Particle motion on the surface of a concave soil-tilling disk. Acta Polytechnica. 2018. Vol. 28. Issue 3. P. 63-73.

14. *Гевко І. Б.* Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів: дис. … доктора техн. наук спец. 05.02.02 Машинознавство. Львів. 2013. 464 с.

15. *Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М.* Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. Київ. Вища освіта. 2005. 464 с.

16. *Pylypaka S. F., Nesvidomin V. M., Klendii M. B., Rogovskii I. L., Kresan T. A., Trokhaniak V. I.* Conveyance of a particle by a vertical screw, which is limited by a coaxial fixed cylinder. Bulletin of the Karaganda University – Mathematics. 2019. Vol. 95. Issue 3. P. 108-118.

17. *Pylypaka S., Nesvidomin V., Zaharova T., Pavlenko O.* The investigation of particle movement on a helical surface. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2020. P. 671-681.

18. *Loveikin V. S., Romesevych Yu. O.* Dynamic optimization of a mine winder acceleration mode. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2017. №4. P. 81-87.

19. *Bulgakov V., Pilipaka S., Adamchuk V. Olt J.* Theory of motion of a material point along a plane curve with a constant pressure and velocity. Agronomy Research. 2014. № 12(3). P. 937-948.

20. *Pilipaka S. F., Babka V. N., Zaharova T. N.* Forma osi gibkoy neszhimaemoy polosi pri ee tolkanii po naklonnoy sherohovatoy ploskosti s postoyannoy skorostyu. Motrol. 2013. Vol. 15. № 4. P. 198-205.

21. *Kresan T., Pylypaka S., Ruzhylo Z., Rogovskii I., Trokhaniak O.* External rolling of a polygon on a closed curvilinear profile. Acta Polytechnica. 2020. Vol. 60, no 4, P. 313-317.

22. *Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P.* Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45-52.

References

1. *Strelbitsky V. F.* (1978). Disc tillage machines. Moscow. Mechanical Engineering. 218.

2. *Zimmerman M. Z.* (1978). Working bodies of tillage machines. Moscow. Mechanical Engineering. 162.

3. *Nartov P. S.* (1972). Disc tillage implements. Voronezh. Voronezh State University Publishing House. 158.

4. *Zaika P. M.* (2001). Theory of silky-consumer cars. T. I (part 1). Machines that are known for the processing of runtu. Kharkiv. Oko. 444.

5. *Klendiy M. B., Pilipaka S. F.* (2016). An analytical model of the installation of spherical disks for the visual beginning of geometric and technological characteristics. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 241. 140-150.

6. *Grinenko O., Lebedev S.* (2011). Doslidzhennya kolivan disc runtoobrobnyh znaryad. Technical and technological aspects of development and development of new technologies and technologies for the rural government of Ukraine: zb. sciences. prats UkrNDIPVT ім. L. Pogorilogo. 15(29). 50-53.

7. *Kirichenko A. K.* (1985). Evaluation of the quality of soil cultivation with spherical discs with individual suspension. Mechanization of work in the production of grain and the selection process: collection of articles. scientific papers. 18.

8. *Haponenko O. I.* (2012). Programming of equal processing with disk working tools on spring stays. Collection of Science Practitioners of the Vinnytsia National Agrarian University. Series: Technical Sciences. 11. 135-141.

9. *Klendiy M. B., Pilipaka S. F.* (2017). Rukh of a particle on the surface of a spherical soil-testing disk. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 258. 283-296.

10. *Kravchuk V. I., Gritsishin M. I., Koval S. M.* (2004). Current tendencies in the development of constructions of agricultural technology. Kyiv. Agrarian Science. 396.

11. *Pilipaka S. F., Klendiy M. B.* (2017). The working organ will light up the screw surface as an alternative to the rotary discs. Current problems of earthmoving mechanics. Collection of Science Works of the XVIII International Science Conference. October 16-18, Kamyanets-Podilskiy. 170-174.

12. Patent. No. 133362. Harrow with gunting robots through Ukraine. IPC (2019.01) A01B 25/00) No. a 201702099 App. 03/06/2017 Publ. 10.03.2019. Bul. No. 7.

13. *Sergey Pilipaka, Nikolay Klendiy, Alexandra Klendiy*. (2018). Particle movement over the surface of a concave tillage disc. Acta Polytechnica. 28(3). 63-73.

14. *Gevko I. B.* (2013). Applied Science Foundations of Marine Transport and Technological Mechanisms: dis. ... Doctors tech. science spec. 02.05.02 Machine learning. Lviv. 464.

15. *Voytyuk D. G., Baranovskiy V. M., Bulgakov V. M.* (2005). Agricultural machines. Fundamentals of theories of calculation. Kyiv. Vishcha svita. 464.

16. *Pylypaka S. F., Nesvidomin V. M., Klendii M. B., Rogovskii I. L., Kresan T. A., Trokhaniak V. I.* (2019). Conveyance of a particle by a vertical screw, which is limited by a coaxial fixed cylinder. Bulletin of the Karaganda University – Mathematics. 95(3). 108-118.

17. *Pylypaka S., Nesvidomin V., Zaharova, T., Pavlenko O.* (2020). The investigation of particle movement on a helical surface. Lecture Notes in Mechanical Engineering. 671-681.

18. *Loveikin V. S., Romesevych Yu. O.* (2017). Dynamic optimization of a mine winder acceleration mode. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. №4. 81-87.

19. *Bulgakov V., Pilipaka S., Adamchuk V. Olt J.* (2014). Theory of motion of a material point along a plane curve with a constant pressure and velocity. Agronomy Research, Estonian Agricultural University. 2(3). 937-948.

20. *Pilipaka S. F., Babka V. N., Zaharova T. N.* (2013). Forma osi gibkoy neszhimaemoy polosi pri ee tolkanii po naklonnoy sherohovatoy ploskosti s postoyannoy skorostyu. Motrol. 15(4). 198-205.

21. *Kresan T., Pylypaka S., Ruzhylo Z., Rogovskii I., Trokhaniak O.* (2020). External rolling of a polygon on a closed curvilinear profile. Acta Polytechnica. 60(4). 313-317.

22. *Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P.* (2020). Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 60(1). 45-52.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТАННЫХ ВАРИАНТОВ БОРОНЫ С ВИНТОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАРАБАТЫВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

М. Б. Клендий, М. И. Клендий, Р. В. Шатров

Аннотация. Целью исследования является установление влияния конструктивных и технологических параметров разработанных вариантов бороны с винтовыми рабочими органами на эффективность зарабатывания растительных остатков.

Объектом исследования является технологический процесс обработки бороной с винтовыми рабочими органами. Предметом исследования являются закономерности протекания процесса зарабатывания растительных остатков в зависимости от изменения угла атаки рабочего органа, величины шага винтового рабочего органа и глубины обработки почву

На основе проведенного комплекса экспериментальных исследований выведено регрессионные зависимости для определения процента площади поверхности поля с полным зарабатыванием растительных остатков бороной с винтовыми рабочими органами. Построенные поверхности отклика зависимости процента площади поверхности поля с полным зарабатыванием растительных остатков ξ при возделывании почвы бороной с винтовыми рабочими органами.

Установлено, что доминирующее влияние на величину процента площади поверхности поля с полным зарабатыванием растительных остатков ξ, имеет глубина обработки почвы h, дальше угол атаки β батареи винтовых рабочих органов и меньше влияет величина шага винтового рабочего органа T.

Ключевые слова: борона с винтовыми рабочими органами, угол атаки, шаг винтового рабочего органа, глубина обработки почвы, зарабатывание растительных остатков.

RESEARCH OF INFLUENCE OF CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF DEVELOPED VARIANTS OF SCREWS WITH SCREW WORKING BODIES RABBIT

M. B. Klendii, M. I. Klendii, R. V. Shatrov

Abstract. The purpose of the study is to establish the influence of design and technological parameters of the developed variants of the harrow with screw working bodies on the efficiency of earning plant residues.

The object of research is the technological process of tillage with a harrow with screw working bodies. The subject of the study is the patterns of the process of earning crop residues depending on the change in the angle of attack of the working body, the step size of the screw working body and the depth of tillage

On the basis of the complex of experimental researches the regression dependences for definition of percent of the area of a surface of a field with full earning of the vegetative rests by a harrow with screw working bodies are deduced. The response surfaces of the percentage of the surface area of the field with the full earning of crop residues ξ during tillage with a harrow with screw working bodies are constructed.

It is established that the dominant influence on the percentage of the field surface area with full earnings of crop residues ξ has the depth of tillage h, then the angle of attack β of the battery of screw working bodies and the least affected step size of the screw working body T.

Key words: harrow with screw working bodies, angle of attack, step of screw working body, depth of tillage, earning of plant remains.

М. Б. Клендій ORCID 0000-0001-8271-5381.
М. І. Клендій ORCID 0000-0003-0762-7992.
Р. В. Шатров ORCID 0000-0002-3596-0146.