

content in it is the highest compared to steels 30H13 and 20H13. Also, to obtain the maximum possible hardness during laser processing of R6M5 steel, it is enough to dissolve 30% of the original carbides and 60-70% for 9HS and HVG steels. Treatment of bronze by laser hardening made it possible to achieve values of microhardness up to 700 H μ 50, and heat resistance of the layer up to 350°C. The service life of products made of these laser-hardened alloys is increased by an average of 4-5 times compared to standard heat treatment.

laser processing, laser hardening, tempering, wear resistance, microhardness

Одержано (Received) 23.01.2024

Прорецензовано (Reviewed) 11.03.2024

Прийнято до друку (Approved) 25.03.2024

УДК 621.664

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.110-117](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.110-117)

Т.В. Руденко, доц., канд. техн. наук, **В.В. Амосов**, доц., канд. техн. наук, **Ю.В. Кулешков**, проф., д-р. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

e-mail: rudenkotv@kntu.kr.ua

І.Т. Руденко, учень

Комунальний заклад «Ліцей «Європейська освіта», м. Кропивницький, Україна

Електросапа – культиватор «Мрія»

В даній статті запропоновано конструкцію універсальної електросапи – культиватора з балансувальним ведучим колесом для проведення міжрядної обробки просапних культур. Особливістю даної конструкції є те, що дана машина обладнана електричним двигуном постійного струму з вбудованим редуктором, живлення якого здійснюється за рахунок акумуляторної батареї. Також пропонується дообладнати її пристроєм, для виконання внутрішньорядного просапування.

ручний електрокультиватор, міжрядна та внутрішньорядна обробка, електросапа, ведуче колесо, електродвигун

Постановка проблеми. Боротьба з бур'янами є важливою частиною догляду за сільськогосподарськими культурами, оскільки вони не тільки конкурують з культурними рослинами за воду, поживні речовини, і світло, а також істотно впливають на врожайність. В даний час, в традиційному землеробстві, існують різноманітні методи боротьби з бур'янами, а саме [1]:

– поверхнева обробка ґрунту, використанням плугів, культиваторів та інших знарядь для поверхневого розпушування;

– мульчування, покриття ґрунту шаром мульчі (соломою, сіном чи іншими органічними матеріалами);

– використанням гербіцидів, які хімічним методом пригнічують або знищують бур'ян;

– ручне прополювання, найбільш ефективний метод видалення бур'яну, але й найбільш трудомісткий;

– посів конкурентоспроможних рослин, які ефективно конкурують з бур'янами за ресурси (світло, поживні речовини);

– біологічний контроль, використанням природніх ворогів бур'янів (комахи, гриби);

© Т.В. Руденко, В.В. Амосов, Ю.В. Кулешков, І.Т. Руденко, 2024

– комбінований спосіб, поєднанням двох або кількох способів.

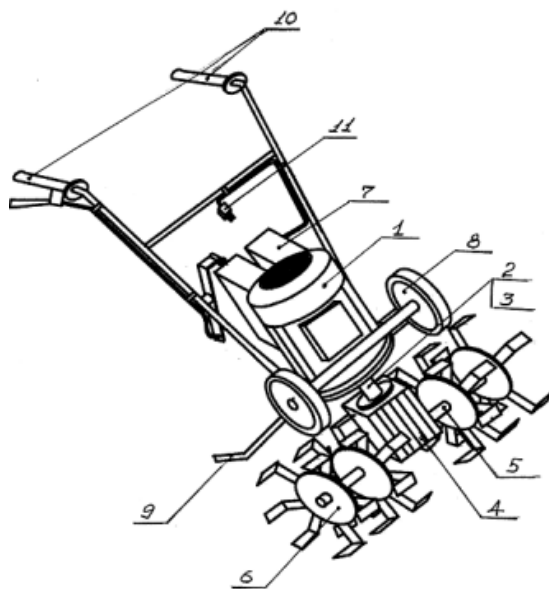
Важливою умовою, високого результату в боротьбі з бур'янами є вірний вибір методу, що відповідає конкретним умовам на сільськогосподарських ділянках.

Кожен з наведених способів має певні переваги та недоліки. В даний час в сучасному землеробстві, набули поширення хімічний метод та механічне розпушування, однак занепокоєння з приводу використання гербіцидів, особливо в умовах «органічного землеробства» не залишає вибору.

З наведеного вище бачимо, що для роботи на присадибній ділянці найбільш ефективним методом боротьби з бур'янами є ручне прополювання. Однак через велику трудомісткість робіт постає задача створити пристрій для механічної обробки як міжрядь, так і внутрішньорядного прополювання. Внутрішньорядне прополювання є важливою складовою системи управління бур'янами на сільськогосподарських ділянках, але важливо пам'ятати, що ефективність цього методу залежить від типу культур, стадії їхнього розвитку і інших факторів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В патенті на корисну модель №46863 [2] (рис. 1) пропонується електрокультиватор візкового типу, що складається з електродвигуна 1, черв'ячного редуктора 4, робочого органу у вигляді набору фрез 6, електрошафи 7.

Недоліками даного культиватора є недосконалість функціональності конструкції, мала продуктивність, велика вага та габарити, неефективність і важкість робіт з його застосуванням.



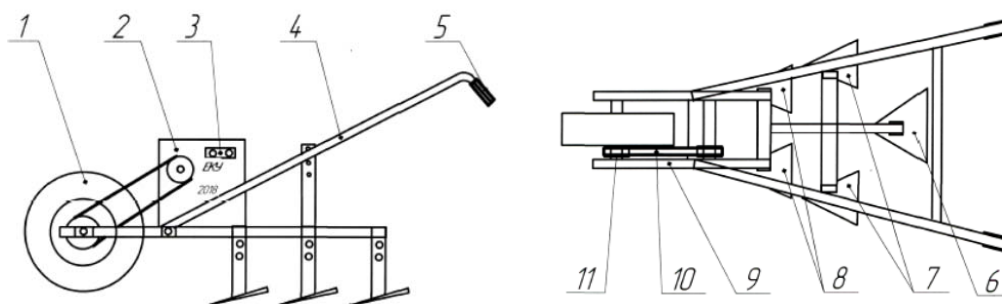
1 – електродвигун; 2,3 – перехідник з швидкохідним валом; 4 – черв'ячний редуктор; 5 – вал;
6 – фрези; 7 – електрошафа; 8 – опорні колеса; 9 – сошник; 10 важелі керування; 11 – шнур керування

Рисунок 1 – Електрокультиватор

Джерело: на підставі [2]

Універсальний електрокультиватор виконано у вигляді балансувального привідного колеса 1, містить регульовані ручки культиватора 4, розпушувачі 6, 7, 8, станину електрокультиватора 9. Електрокультиватор обладнаний електродвигуном з редуктором 2, роз'ємом для під'єднання живлення, обертово-регулювальним пристроєм для регулювання обертів електродвигуна, привідним пасом та колісною привідною шестірнею. Використання електрокультиватора дає можливість швидко і якісно

обробляти ґрунт в міжрядді, не завдаючи шкоду рослинам в рядах. Однак суттєвим недоліком даного пристрою є робота від загальної мережі, що значно зменшує область застосування.



1 – привідне колесо; 2 – електродвигун з редуктором; 3 – електрошафа; 4 – регульовані ручки; 5 – регулятор обертів; 6, 7, 8 – розпушувачі; 9 – станіна; 10 – привідний пас; 11 – колісна шестерня

Рисунок 2 – Електрокультиватор універсальний

Джерело: на підставі [3]

Постановка завдання. Метою даного дослідження є обґрунтування конструктивної схеми культиватора з електроприводом, який працює від акумуляторної батареї для проведення як міжрядного так і внутрішньорядного просапання, що повинно істотно знизити об'єм фізичної праці на присадибній ділянці.

Викладення основного матеріалу. Сучасний ринок, на даний час, пропонує декілька пропозицій електрокультиваторів та мотоблоків (рис.3).



а – мережевий електрокультиватор; б – акумуляторний культиватор;
в – ручний акумуляторний мінікультиватор; г – мотобреза

Рисунок 3 – Ручні електро- та мотокультиватори

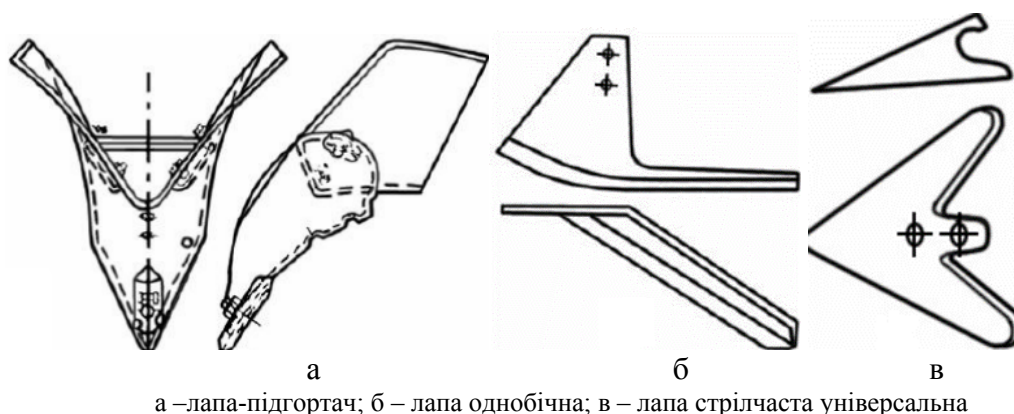
Джерело: на підставі [4, 5, 6, 7]

Дані машини призначені для полегшення ручної праці, однак всі вони мають певні недоліки. Так електрокультиватор (рис. 3, а) працює від однофазної мережі, що потребує довгих подовжувачів, та істотно обмежує область застосування. Акумуляторні культиватори (рис. 3, б, в) легкі, мобільні, але виконують лише розпушування міжряддя на невеликих ділянках, квітників, клумб. Мотобреза (рис. 3, г) виконує глибоке рихлення на значних площах, однак не здатна обробляти вузькі міжряддя, а також має значну вагу, шум, вібрацію, та передбачає роботу фізично підготовленою людиною.

Нами пропонується машина, яка позбавлена цих недоліків та дозволяє проводити міжрядну обробку будь яких просапних культур навіть дитиною.

Пропонований пристрій пропонується обладнати електродвигуном з електроакумулятором, що дозволить отримати велику мобільність, низький рівень шуму та вібрацій, а також мати набір інструментів для виконання всіх технологічних операцій при вирощуванні просапних культур.

Дев'яносто відсотків ручної праці при вирощуванні городніх культур припадає на посів та подальший обробіток міжрядь. Тому пристрій повинен мати певний набір інструментів, таких як «лапа-підгортач» (рис. 4, а) для нарізання борозен та підгортання; «лапа одnobічна» (рис. 4, б) для видалення бур'яну з міжряддя; «лапа стрілочаста» (рис. 4, в) для глибокого рихлення та руйнування кірки [8].

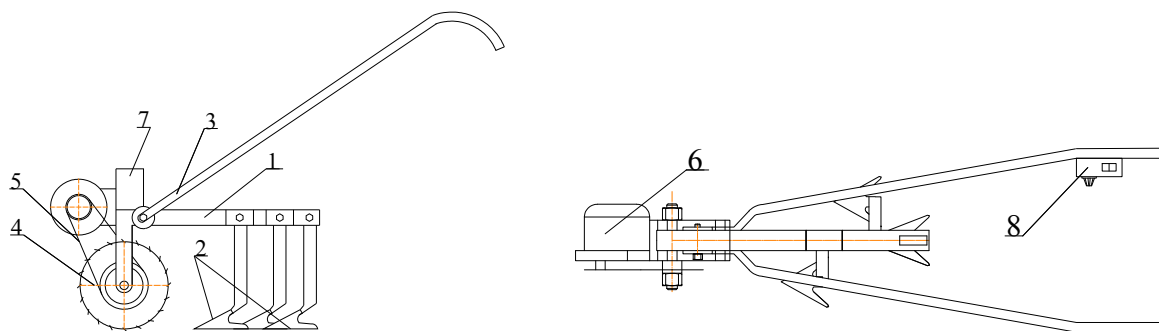


а – лапа-підгортач; б – лапа одnobічна; в – лапа стрілочаста універсальна

Рисунок 4 – Набір інструментів для пропонованого електрокультиватора

Джерело: на підставі [8]

Електросапа-культиватор (рис. 5, б) складається з рами 1, на якій закріплені змінні робочі органи 2 та регульовані ручки 3. Електросапа приводиться до руху за допомогою робочого колеса 4, для зручності маневрування в робочому колесі встановлено обгінну муфту. Привід на робоче колесо здійснюється за допомогою ланцюгової передачі 5 від електродвигуна постійного струму з вбудованим редуктором 6, живлення якого здійснюється від акумуляторної батареї 7. Для зміни швидкості обертання робочого колеса в конструкції встановлено ШИМ регулятор 8.



1 – рама; 2 – змінні робочі органи; 3 – регульовані ручки; 4 – привідне колесо;
5 – ланцюгова передача; 6 – електродвигун з редуктором; 7 – акумуляторна батарея;
8 – ШИМ регулятор

Рисунок 5 – Електросапа (культиватор) «Мрія»

Джерело: розроблено авторами



а – зі стрільчатими лапами; б – з однобічними просапними лапами.

Рисунок 6 – Загальний вигляд електросапи (культиватора) «Мрія»

Джерело: розроблено авторами

Електросапа-культиватор працює наступним чином: після вмикання регулятора з широтно-імпульсною модуляцією, змінним резистором встановлюємо необхідні оберти робочого колеса, після чого, притримуючи за ручки, спрямовуємо машину в міжряддя. На робочому колесі встановлені ґрунтозачеми, таким чином, щоб при обертанні, відбувалось додаткове фрезерування верхнього шару ґрунту. Даний культиватор налаштовується на ширину міжряддя від 15 до 30 см, що дозволяє обробляти міжряддя будь-яких культур та не потребує наперед заданої ширини посіву.

Проведені польові випробування показали, що всі поставлені задачі даний пристрій виконує в повному обсязі, а ємності акумуляторної батареї, за умови суцільної культивації, вистачає на 400 м². Основні технічні характеристики наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики електросапи-культиватора

Технічні характеристики	
Потужність двигуна	350 Вт
Напруга живлення	36 В
Ємність АКБ	10 А год
Продуктивність суцільна культивація	400 м ² /год
міжрядне просапування	600 м ² /год
підгортання	500 м ² /год
Вага	18 кг

Джерело: розроблено авторами

Наступним кроком в підвищенні функціональних характеристик пропонованої конструкції є дообладнання електросапи-культиватора пристроєм для проведення внутрішньорядної обробки.

Внутрішньорядне прополювання – це метод контролю за бур'янами, який включає в себе видалення бур'янів з внутрішнього простору між рослинами одного ряду. Цей процес може бути важливим етапом у догляді за сільськогосподарськими культурами та має на меті знизити конкуренцію між бур'янами і культурними сільськогосподарськими рослинами. Важливо вчасно виконувати внутрішньорядне прополювання, особливо на ранніх стадіях росту сільськогосподарських культур, коли бур'яни лише починають набирати масу [9].

Основними способами внутрішньорядного контролю за бур'янами є:

- використання ручних інструментів;
- машинне прополювання;
- застосування мульчі.

Важливою задачею внутрішньорядного прополювання є уникнення пошкоджень кореневої системи та збереження структури ґрунту поблизу культурних рослин.

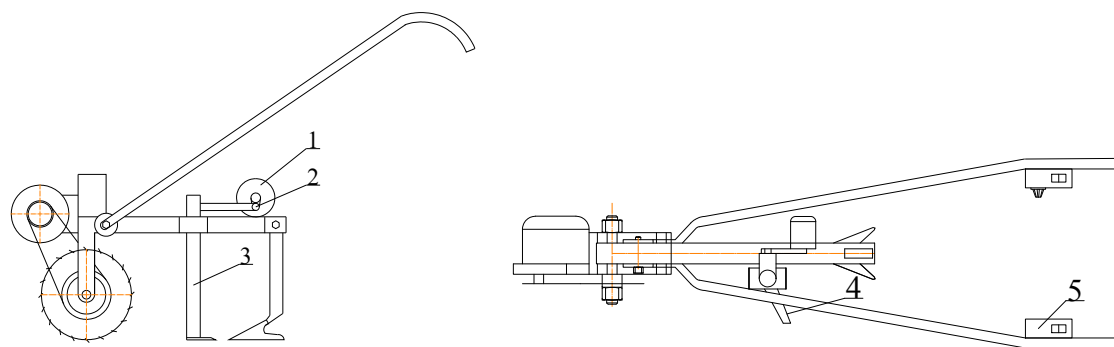
На великих площах часто використовують машини зі спеціальним обладнанням, що автоматизують процес видалення бур'янів безпосередньо в ряду рослин [10].

Для прополювання всередині ряду, необхідне активне переміщення інструменту по складній траєкторії з точним контролем. На сьогодні розроблені різноманітні системи управління за допомогою відеокамер [11]. Камери достатньо чітко розпізнають культурні рослини, однак на розпізнавання може впливати багато факторів:

- неодночасна поява сходів;
- щільність сходів;
- коливання рослин через вітер;
- сильне забур'янення, через що рядок з культурами важко побачити;
- затінення на краю поля, або через мінливу хмарність;
- сильна інтенсивність випромінювання сонячного світла;
- запилення.

Також, на широке розповсюдження таких систем, впливає і значна вартість та складність налаштування обладнання. Тому, для роботи на присадибних ділянках економічно доцільним є ручне керування самим оператором. Так після не тривалої практики точність керування може сягати пари сантиметрів від культурної рослини.

На рис. 7 наведена схема електросапи з можливістю проведення внутрішньорядного просапування. Робота даного пристрою полягає в наступному: після спрямування сапи в міжряддя оператор натискає кнопку 5, що вмикає електричний двигун 1. За допомогою ексцентрикового з'єднання 2 обертальний момент передається до штанги 3 яка провертається навколо власної осі виводячи просапну лапу 4 в робоче положення. Кут повороту двигуна контролюється кінцевими вимикачами. Перед підходом до культурної рослини перемикачем 5 провертаємо двигун 1 в початкове положення.



1 – додатковий електродвигун; 2 – механізм приводу; 3 – регульована штанга;
4 – робочий орган; 5 – кнопка вмикання електродвигуна

Рисунок 7 – Електросапа (культиватор) «Мрія» з пристроєм для внутрішньорядного прополювання

Джерело: розроблено авторами

Висновки. В даній статті запропоновано оригінальну конструкцію електросапи-культиватора для проведення як міжрядного так і внутрішньорядного просапування. Особливістю даної конструкції є те, що електросапа містить балансірне колесо,

обертання якого здійснюється від електродвигуна з вбудованим редуктором. Обґрунтовано набір необхідного обладнання для проведення комплексної обробки просапних культур.

Список літератури

1. Шувар І. А. Екологічні основи зниження забур'яненості агрофітоценозів : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2008. 494 с.
2. Електрокультиватор : пат. № 46863 Україна: МПК (2009): A01B 33/00, A01B 9/00, A01B 21/00. № u200907012 ; заявл. 06.07.2009 ; опубл. 11.01.2010, Бюл. № 1/2010.
3. Електрокультиватор універсальний : пат. № 134077 Україна: МПК: A01B 1/06 (2006.01). № u201812698; заявл. 20.12.2018 ; опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8/2019.
4. Техніка для саду: веб-сайт. URL: <https://storgom.ua/kultivatory/elektricheskiy-ukraina.html> (дата звернення 30.03.24)
5. Культиватор аккумуляторный Ryobi RY18CVA-0 18В: веб-сайт. URL: <https://molotook.com.ua/ua/p1891325847-kultivator-akkumulyatornyj-ryobi.html> (дата звернення 30.03.24)
6. Акумуляторний ручний культиватор RYOBI RY18HCA : веб-сайт. URL: <https://profitehnika.com.ua/product/akumulyatornyj-ruchnyj-kultyvator-ryobi-ry18hca-0-one-5133005766/> (дата звернення 30.03.24)
7. Мотокультиватор HIGHER HP-32525: веб-сайт. URL: <https://megatool.com.ua /cherkassy/ higher-hp-32525/> (дата звернення 30.03.24)
8. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / Войтюк Д.Г. та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К. : Вища освіта, 2004. 544 с.
9. Трибель С. О. Екологізація захисту рослин (Літературний огляд). *Карантин і захист рослин*. 2010. № 5. С. 16-20.
10. Огляд розвитку засобів для орієнтації просапних знарядь вздовж рядків, зокрема у вирощуванні цукрових буряків / Ветохін В. та ін. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2020. Вип. 26 (40). С. 30-46. URL: http://www.ndipvt.com.ua/zbirnyk_2020_2.html
11. Солоха М. Автоматичне керування культиваторами для міжрядного обробітку ґрунту просапних культур. *Пропозиція*. 2016. № 12. С. 162-165. URL: <https://propozitsiya.com.ua/avtomatychnе-keruvannya-kultyvatoramy-dlya-mizhryadnogo-obrobittku-gruntu-prosapnyh>

References

1. Shuvar, I. A. (2008). *Ekolohichni osnovy znyzhennia zabur'ianenosti ahrofitotsenoziv [Ecological basis of reduction of weediness of agrophytocenoses]*. L'viv : Novyj Svit-2000 [in Ukrainian].
2. Elektrokul'tyvator [Electric cultivator]. (2010). *Patent № 46863*. Ukraina [in Ukrainian].
3. Elektrokul'tyvator universal'nyj [Universal electric cultivator]. (2019). *Patent № 134077*. Ukraina [in Ukrainian].
4. Tekhnika dlia sadu [Equipment for the garden]. Retrieved from : <https://storgom.ua/kultivatory/elektricheskiy-ukraina.html> [in Ukrainian].
5. Kul'tyvator akkumulyatornyj [Accumulator cultivator]. Retrieved from : <https://molotook.com.ua/ua/p1891325847-kultivator-akkumulyatornyj-ryobi.html> [in Ukrainian].
6. Akumulyatornyj ruchnyj kul'tyvator [Battery hand cultivator]. Retrieved from : <https://profitehnika.com.ua/product/akumulyatornyj-ruchnyj-kultyvator-ryobi-ry18hca-0-one-5133005766/> [in Ukrainian].
7. Motokul'tyvator [Motor cultivator]. Retrieved from : <https://megatool.com.ua/cherkassy/higher-hp-32525/> [in Ukrainian].
8. Vojtiuk, D.H. et al. (2004). *Sil's'kohospodars'ki ta melioratyvni mashyny [Agricultural and reclamation machines]*. K. : Vyscha osvita [in Ukrainian].
9. Trybel', S. O. (2010). Ekolohizatsiia zakhystu roslyn (Literaturnyj ohliad) [Greening of plant protection (Literature review)]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection*, 5, 16-20 [in Ukrainian].
10. Vetokhin, V. et al. (2020). Ohliad rozvytku zasobiv dlia oriantatsii prosapnykh znariad' vzdovzh riadkiv, zokrema u vyroschuvanni tsukrovyykh buriakiv [Review of the development of tools for the orientation of row-row implements along the rows, in particular in the cultivation of sugar beets]. *Tekhniko-tehnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i tekhnolohij dlia sil's'koho gospodarstva Ukrainy – Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine*, 26 (40), 30-46 Retrieved from :: http://www.ndipvt.com.ua/zbirnyk_2020_2.html [in Ukrainian].

11. Solokha, M. (2016). Avtomatychnе керування kul'tyvatoramy dlia mizhriadnoho obrobittku gruntu prosapnykh kul'tur [Automatic control of cultivators for inter-row soil cultivation of row crops]. *Propozitsiia – Offer*, 12, 162-165 Retrieved from : <https://propozitsiya.com/ua/avtomatychnе-keruvannya-kul'tyvatoramy-dlya-mizhryadnogo-obrobittku-gruntu-prosapnyh> [in Ukrainian].

Tumofii Rudenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Volodymyr Amosov**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.,

Yuriy Kulyeshkov, Prof., DSc., **Ivan Rudenko**, student

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Electric hoe - cultivator "Mriya"

In this article, we propose the design of a universal electric hoe - a cultivator with a balancing drive wheel for inter-row cultivation of row crops. Currently, chemical methods and mechanical loosening are widespread in modern agriculture, but concerns about the use of herbicides, especially in "organic farming," leave no choice.

We propose a machine that allows for inter-row cultivation of any row crops, even by a child.

The proposed device is to be equipped with an electric motor with an electric battery, which will allow for greater mobility, low noise and vibration levels, as well as a set of tools to perform all technological operations when growing row crops.

Ninety percent of manual labor in the cultivation of garden crops is spent on sowing and subsequent cultivation of row spacing. Therefore, the device must have a certain set of tools, such as a "hiller paw" for cutting furrows and hilling; a "one-sided paw" for removing weeds from the row spacing; a "lancet paw" for deep loosening and crust destruction.

As can be seen from the above, manual weeding is the most effective method of weed control for working on a personal plot. However, due to the high labor intensity of the work, the task of creating a device for processing both inter-row and intra-row weeding is now being addressed. Field tests have shown that this device performs all the tasks in full, and the battery capacity, subject to continuous processing, is enough for 400 m². The next step in improving the functional characteristics of the proposed design is to equip the electric chopper-cultivator with a device for inter-row cultivation.

Inter-row cultivation is a method of weed control that involves removing weeds from the internal space between plants in one row. This process can be an important step in crop care and is aimed at reducing competition between weeds and crops. It is important to perform inter-row weeding in a timely manner, especially in the early stages of crop growth when weeds are just beginning to gain weight. It is economically feasible for the operator to control the machine manually. After a short practice, the control accuracy can reach several centimeters.

hand-held electric cultivator, inter-row and intra-row cultivation, electric hoe, drive wheel, electric motor

Одержано (Received) 29.01.2024

Прорецензовано (Reviewed) 15.03.2024

Прийнято до друку (Approved) 25.03.2024