

Кутковецька Т. О., кандидат економік наук, доцент,
доцент кафедри агроінженерії Уманського національного
університету
ORCID: 0000-0002-4879-2954

ОГЛЯД ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

В статті проведені теоретичні й практичні дослідження щодо існуючих робочих органів знарядь для поверхневого обробітку ґрунту та запропонована їх модернізація, з метою покращення якості обробітку ґрунту і зменшення енерговитрат на виконання технологічних операцій. В результаті виконаних досліджень нами було встановлено, що існують різні конструкції робочих органів машин і знарядь для поверхневого обробітку ґрунту такі, як стрілочасті лапи та диски, що є пасивними робочими органами й мають ряд недоліків, а саме залипання ґрунтом, не повністю підрізання бур'янів тощо. Крім цього вони не зовсім забезпечують агротехнічні вимоги виконання даного виду робіт. Крайці показники роботи мають кільцеві робочі органи з пасивним та активним приводом. За результатами досліджень визначено, що для стабільного виконання поверхневого обробітку ґрунту без залипання ґрунтом робочих органів та кращого знищення бур'янів, їх конструкція має бути у вигляді ротаційних робочих органів з активним приводом. Запропонована модернізація робочих органів, яка полягає в тому, що вони мають мати форму кільцевих робочих органів з поділом суцільного різального полотна на окремі частини та поворот їх під кутом до осі обертання. Дослідженнями встановлено, що запропоновані робочі органи знарядь для поверхневого обробітку ґрунту, в такому вигляді практично не забиваються і не залишають огріхів. Перевагою даного технічного рішення є те, що окрім усього зазначеного, за допомогою запропонованої конструкції робочих органів зменшується їх тяговий опір та вони повністю підрізають бур'яни. Визначено, що перспективним напрямком розвитку ґрунтообробної техніки є застосування машин і знарядь, обладнаних ротаційними робочими органами з активним приводом для підвищення якості поверхневого обробітку ґрунту, що відповідає встановленим агротехнічним вимогам.

Ключові слова: робочі органи, знаряддя, поверхневий обробіток ґрунту, технологічні операції, ротаційні робочі органи, активний привід, енергоємність.

Kutkovetska T. O. Inspection and modernization of working bodies tool for surface treatment of soil

The article conducts theoretical and practical research on the existing working bodies of tools for surface tillage and proposes their modernization in order to improve the quality of tillage and reduce energy consumption for performing technological operations. As a result of the research we conducted, we found that there are different designs of working parts of machines and tools for surface tillage, such as arrow-shaped tines and discs, which are passive working parts and have a number of disadvantages, namely, soil sticking, incomplete cutting of weeds, etc. In addition, they do not fully meet the agrotechnical requirements for performing this type of work. The best performance is achieved by annular working bodies with passive and active drives. According to the results of the research, it was determined that for stable performance of surface tillage without soil clogging of the working elements and better destruction of weeds, their design should be in the form of rotary working elements with an active drive. A modernization of the working elements is proposed, which consists in their having the form of ring working elements with the division of the continuous cutting blade into separate parts and their rotation at an angle to the axis of rotation. Research has shown that the proposed working bodies of tools for surface tillage practically do not clog in this form and do not leave any defects. The advantage of this technical solution is that, in addition to all of the above, the proposed design of the working elements reduces their traction resistance and they completely cut the weeds. It has been determined that a promising direction in the development of soil cultivation equipment is the use of machines and tools equipped with rotary working bodies with an active drive to improve the quality of surface tillage, which meets the established agrotechnical requirements.

Key words: working bodies, instrument, surface tillage, technological operations, rotary working bodies, active drive, energy intensity.

Постановка проблеми. Поверхневий обробіток ґрунту – це обробіток на глибину не більше 8 см різними ґрунтообробними агрегатами з метою його розпушування, кришення, знищення бур'янів та вирівнювання поверхні поля [7].

На сьогодні при вирощуванні сільськогосподарських культур, передпосівний обробіток ґрунту у боротьбі з бур'янами здійснюється найчастіше знаряддями із стрілочастими робочими органами. Відомо, що в умовах підвищеної вологості стрілочасті робочі органи схильні до залипання ґрунтом та обволікання рослинними рештками.



Грунтообробні знаряддя, забезпечені дисковими робочими органами працездатні на більш вологих, засмічених ґрунтах, при цьому не забиваються при роботі на полях з високою стернею. Але, застосування знарядь з такими робочими органами не забезпечують необхідну якість при виконанні технологічних операцій.

Модернізація кільцевих робочих органів шляхом поділу суцільного різального полотна на окремі частини та поворот їх під кутом до осі обертання, забезпечує умови для стабільного виконання поверхневого обробітку ґрунту без їх залипання. У зв'язку із наведеною вище проблемою тема дослідження є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями щодо конструкцій робочих органів знарядь для поверхневого обробітку ґрунту займалися різні науковці: Ю. І. Гаїна [2, с. 56], С. М. Грушецький [2, с. 51], І. М. Мушеник [2, с. 53], Ю. М. Білик [4, с. 82], В. О. Герасименко [4, с. 85], С. М. Замойський [4, с. 85], М. В. Лук'янюк [4, с. 84], М. А. Жмуренко [12, с. 90], Г. В. Фесенко [12, с. 93] та ін. Однак, на сьогодні, ще існують невирішені проблеми відносно їх будови та забезпечення підвищення якості обробітку ґрунту в різних умовах.

Мета статті. Метою статті є виконання дослідження відносно огляду та модернізації робочих органів знарядь для поверхневого обробітку ґрунту з ціллю забезпечення підвищення якості виконання технологічних операцій та зменшення енергоємності знарядь.

Виклад основного матеріалу. При вирощуванні сільськогосподарських культур для виконання технологічних операцій поверхневого обробітку ґрунту застосовуються машини й знаряддя, які обладнані пасивними робочими органами, що здійснюють прямолінійно поступальний рух та ротаційні робочі органи, які виконують одночасно поступальний та обертальний рух. Класифікація робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту наведена на рис. 1 [3].



Рис. 1. Класифікація робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту

Як зазначалося вище, передпосівний обробіток ґрунту для боротьби із бур'янами здійснюється в більшій мірі знаряддями, обладнаними стрілковими робочими органами. Але, враховуючи розташування коренів бур'янів у ґрунті, необхідна глибина обробітку має бути на 3–5 см, в той час, як знаряддя із стрілковими робочими органами працюють на глибину 8–10 см [13, с. 45; 1, с. 226]. До того ж стрілкові робочі органи підрізають бур'яни лише зверху, залишаючи коріння в шарі ґрунту, при цьому приживання бур'янів становить близько 10–12 %. Через зазначений недолік стрілкові робочі органи не забезпечують належного якісного обробітку ґрунту і не здатні знищити коріння бур'янів на невеликій глибині.

В умовах підвищеної вологості ґрунту, стрілкові робочі органи схильні до залипання ґрунтом, а також обволікання рослинними рештками, і таким чином зростання тягового опору. Внаслідок цього трактори працюють з великим буксуванням, так як ґрунт, у весняний період знаходиться у вологому стані та має погані зчіпні властивості.

Однак, стрілкові робочі органи добре справляються із завданням відносно створення вирівняного та ущільненого дна борозни. Їх леза лежать в одній площині, а поступальний рух забезпечує отримання рівного дна борозни. Поряд з цим, в перспективі залишаються питання, пов'язані з підвищенням якості існуючих агротехнічних вимог щодо виконання робіт ґрунтообробними знаряддями.

Знаряддя, які обладнані дисковими робочими органами, зокрема лушчильники, мають ряд переваг по відношенню до знарядь із стрілковими робочими органами. Вони інтенсивніше впливають на верхній шар ґрунту, що забезпечують повне знищення бур'янів. Проте, основним недоліком лушчильника вважається обертання ґрунту, що призводить до випаровування ґрунтової вологи (висушування ґрунту), при цьому він закладає до 50–60 % стерні всього за один прохід агрегату [11, с. 35].

Агрегати, які обладнані кільцевими робочими органами мають переваги в порівнянні з вище зазначеними знаряддями. Основною перевагою кільцевих робочих органів є здатність виривати та укладати бур'яни на поверхню поля, тим самим, виключаючи їх приживання, що принципово відрізняється від процесу роботи стрілкових та дискових робочих органів, які лише здатні перерізати їх [14, 15]. Тому, особливістю

подібних робочих органів вважається той факт, що вони практично не забиваються і не залишають огривів, крім усього зазначеного мають низький питомий опір та практично повністю підрізають бур'яни [7, 10].

Поряд із перевагами вказаних робочих органів варто зазначити й недоліки, це те, що на робочій поверхні кільцевих робочих органів з пасивним приводом відсутнє ковзання ґрунту, що призводить до формування ґрунтових утворень і таким чином, погіршення якості обробітку ґрунту та підвищення тягового опору. Кращі показники роботи мають кільцеві робочі органи з активним приводом. Дослідженнями формування ґрунту на поверхні ротаційних робочих органів займалися різні науковці [4, с. 82; 8].

Отже, з метою підвищення якості передпосівного обробітку ґрунту нами запропоновано знаряддя з активним приводом ротаційних робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту (Рис. 2).

Пропоноване знаряддя здатне знищувати до 97 % бур'янів й забезпечувати кришення ґрунту в межах 81 %. Після проходу знаряддя гребенистість поверхні поля не перевищує 2,5–3 см, при цьому зберігається на поверхні поля 70 % рослинних решток. Активний привід кільцевих робочих органів покращує якість передпосівного обробітку ґрунту [3].



Рис. 2. Агрегат з активним приводом кільцевих робочих органів

Розроблений ротаційний робочий орган з активним приводом складається з маточини l , до якої кріпляться спиці 2 з різальними ножами 3 (рис. 3) [6, с. 243].

Робочий орган обертається навколо осі $l-l$, відхиленої від поперечної площини на кут атаки β з кутовою швидкістю ω . Різальні ножі, що мають форму частини еліпса, для забезпечення постійної глибини обробітку ґрунту, відхилені від осі обертання $l-l$ на кут α [5, с. 60]. Різальні краї ножів збігаються з поверхнею циліндра з діаметром, рівним діаметру кільцевого робочого органу. Таке виконання робить більш досконалим взаємодію робочого органу з ґрунтом, з точки зору забезпечення ковзання ґрунту по поверхнях різальних ножів, щоб уникнути погіршення якості обробітку ґрунту. Встановлення різальних ножів на кут α дозволяє уникнути формування ґрунтової просвіту на їх поверхні. Вектор V характеризує поступальну швидкість руху робочого органу [3].

Технологічна операція обробітку ґрунту ротаційним робочим органом здійснюється наступним чином. Робочі органи збираються в батарею, встановлюються в один ряд під кутом атаки β і приводяться в дію від ВВП трактора. Заглиблюючись у ґрунт на задану глибину робочий орган, здійснює його розпушування, паралельно підрізаючи бур'яни й виносячи їх на поверхню поля, та вирівнювання поверхні поля [6, с. 244].

Дослідженнями науковців встановлено, що застосування таких робочих органів на операціях поверхневого обробітку ґрунту дозволяє знизити витрати потужності на 14–16 % порівняно з іншими наведеними робочими органами. Питомі витрати потужності на виконання технологічної операції поверхневого обробітку ґрунту мінімальні при кінематичному параметрі $h = 1,14 \dots 1,21$ і куті атаки 40° [5, с. 76]. Довжина батареї ротаційних робочих органів має бути не менше 1,6 м. За наведених параметрів конструкції робочих органів пропонованого знаряддя підвищується якість обробітку ґрунту, що відповідає встановленим агротехнічним вимогам щодо виконання даної технологічної операції [3].

Висновки. Отже, в результаті виконаних досліджень ми здійснили огляд конструкцій робочих органів знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту та визначено їх переваги й недоліки на основі чого нами запропоновано конструкцію знаряддя з активним приводом ротаційних робочих органів для вказаного виду робіт. При цьому визначено, що застосування кільцевих робочих органів шляхом поділу суцільного різального полотна на окремі частини та поворот їх під кутом до осі обертання, забезпечує умови для стабільного виконання поверхневого обробітку ґрунту без їх залипання. Крім того, пропонована установка дозволить покращити якісні показники технологічної операції та виконання агротехнічних вимог.

Таким чином, нами визначено, що нині перспективним напрямком розвитку ґрунтообробної техніки для підвищення якості поверхневого обробітку ґрунту є застосування знарядь, обладнаних ротаційними робочими органами з активним приводом.

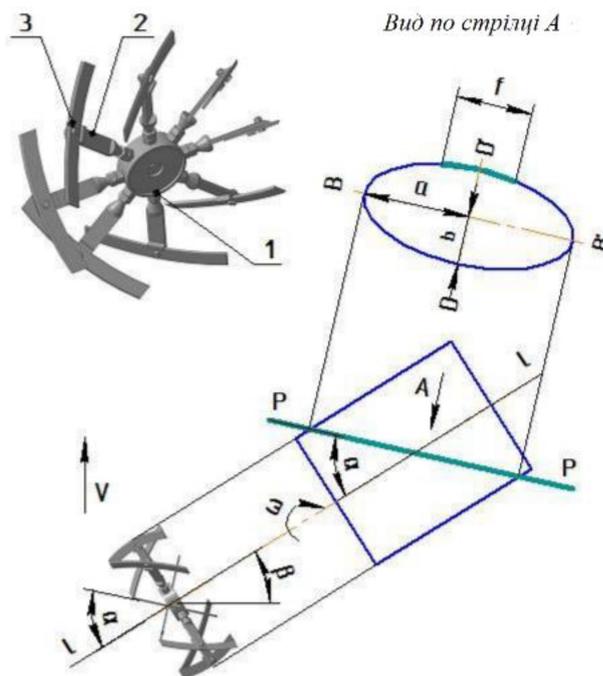


Рис. 3. Ротаційний робочий орган, різальні ножі якого виконані по еліптичній лінії

Список використаних джерел:

1. Алфьоров О. І., Гринченко О. С., Савченко В. Б., Юр'єва Г. П. Теоретичний аналіз автоколивань ґрунтообробних органів на пружній підвісці з урахуванням стохастичних факторів. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*, 2016. (5), 225–231.
2. Грушецький С. М., Мушеник І. М., Гаїна Ю. І. Аналіз та перспективи технологічних і конструктивних особливостей ротаційних робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту. *Інженерія природокористування*, 2021. 4(22), 50–58. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6967468>
3. Гулеватий О. А. *Удосконалення агрегату для поверхневого обробітку ґрунту з активним приводом ротаційних робочих органів та обґрунтування параметрів його роботи* (дипломний проект). Уманський національний університет. Умань, Україна. 2025.
4. Замойський С. М., Білик Ю. М., Курскої В. С., Лук'янюк М. В., Герасименко В. О. Ступінь подрібнення ґрунту ротаційним розпушувачем. *Інженерія природокористування*, 2022. 1(23), 81–86. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6819484>
5. Кобець А. С., Волик Б. А., Пугач А. М. *Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок*. Дніпропетровськ : Свідлер А. Л. 2015.
6. Кутковецька Т. О., Шевчук М. В. Удосконалення конструкції ротаційного робочого органу для передпосівного обробітку ґрунту. *The XVIII International scientific and practical conference «Topics of research in scientific and educational activities»*. (pp. 243–245). May 05-07, 2025, Zaragoza, Spain.
7. Мойсеєнко В. Дудака С. Огляд комбінованих ґрунтообробних агрегатів. *Пропозиція*, (8). 2017. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya-tekhnika-dlya-obrobitku-gruntu/ohlyad-kombinovanykh>
8. Погорілий В., Шустік Л., Громадська В., Нілова Н., Степченко С., Царану С. Поверхневий обробіток ґрунту: одна машина – різні машини. *Пропозиція*, (10). 2019. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya-tekhnika-dlya-obrobitku-gruntu/poverkhnevyy-obrobitok-gruntu-odna>
9. Поляков А. М., Фесенко Г. В., Брюховецький В. В. Аналіз і обґрунтування технічних засобів поверхневого обробітку ґрунту з підвищеною грудкуватістю. *Інженерія природокористування*, 2019. 4(14). 41–46. [https://doi.org/10.37700/enm.2019.4\(14\).41-46](https://doi.org/10.37700/enm.2019.4(14).41-46)
10. Ротаційні борони у сучасному землеробстві. (2025). URL: <https://agroexpert.ua/rotatsijni-borony-u-suchasnomu-zemlerobstvi/>
11. Теслюк Г. В., Волик Б. А., Сокол С. П., Кобець О. М., Сенменюта А. М. *Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів*. Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП». 2016.
12. Фесенко Г. В., Жмуренко М. А. Аналіз технологічних властивостей робочих органів культиватора передпосівного поверхневого обробітку ґрунту і удосконалення стрілкової лапи. *Інженерія природокористування*, 2020. 1(15). 89–94. [https://doi.org/10.37700/enm.2020.1\(15\).89-94](https://doi.org/10.37700/enm.2020.1(15).89-94)
13. Шустік, Л. (2015). Техніка для передпосівного обробітку ґрунту. *Пропозиція*, (1). URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya/tekhnika-dlya-pe-red-posivno-ho-ob-ro-bit-ku-hrun-tu>

14. Alwan A. A. Field Study of Soil Pulverization Energy by using Different Moldboards Types Under Various Operating Condition. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 2019. 32(2). 373–388. <https://doi.org/10.37077/25200860.2019.284>

15. Liu J., Kushwaha R. L. Modeling of Soil Profile Produced by a Single Sweep Tool. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript PM 06 008. (Vol. VIII). 1–13.

References:

1. Alforov, O. I., Hrynchenko, O. S., Savchenko, V. B. & Yurieva H. P. (2016). Teoretychnyi analiz avtokolyvan hruntoobrobnykh orhaniv na pruzhnii pidvisti z urakhuvanniam stokhastychnykh faktoriv [Theoretical analysis of self-oscillations of soil tillage tools on an elastic suspension taking into account stochastic factors]. *Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv*, (5), 225–231.

2. Hrushetskyi, S. M., Mushenyk, I. M. & Haina, Yu. I. (2021). Analiz ta perspektyvy tekhnolohichnykh i konstruktivnykh osoblyvosti rotatsiinykh robochykh orhaniv dlia poverkhnevoho obrobittu gruntu [Analysis and prospects of technological and design features of rotary working tools for surface tillage]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 4(22), 50–58. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6967468>

3. Hulevatiy, O. A. (2025) Udoskonalennia ahrehatu dlia poverkhnevoho obrobittu hruntu z aktyvnym pryvodom rotatsiinykh robochykh orhaniv ta obhruntuvannia parametriv yoho roboty (dyplomnyi proekt) [Improvement of the unit for surface tillage with active drive of rotary working bodies and justification of its operating parameters (diploma project)]. Umanskyi natsionalnyi universytet. Uman, Ukraina.

4. Zamoiskyi, S. M., Bilyk, Yu. M., Kurskoi, V. S., Lukianiuk M. V. & Herasymenko, V. O. (2022). Stupin podribnennia gruntu rotatsiynym rozpushuvachem [Degree of soil grinding by a rotary tiller]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 1(23), 81–86. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6819484>

5. Kobets, A. S., Volyk, B. A. & Puhach, A. M. (2015). Gruntoobrobni mashyny: teoriia, konstruktsiia, rozrakhunok [Soil tillage machines: theory, design, calculation]. Dnipropetrovsk: Svidler A. L.

6. Kutkovetska, T. O. & Shevchuk, M. V. Udoskonalennia konstruktsii rotatsiinoho robochoho orhanu dlia peredposivnoho obrobittu hruntu [Improving the design of the rotary working body for pre-sowing soil cultivation]. The XVIII International scientific and practical conference “Topics of research in scientific and educational activities”. (rr. 243–245). May 05-07, 2025, Zaragoza, Spain.

7. Moiseienko, V. & Dudaka, S. (2017). Ohliad kombinovanykh hruntoobrobnykh ahrehativ [Review of combined soil cultivation units]. Propozytsiia, (8). Retrieved from: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya-tekhnika-dlya-obrobittu-gruntu/ohlyad-kombinovanykh>

8. Pohorilyi, V., Shustik, L., Hromadska, V., Nilova, N., Stepchenko, S. & Tsaranu, S. (2019). Poverkhnevyi obrobittok hruntu: odna mashyna – rizni mashyny [Surface soil cultivation: one machine – different machines]. Propozytsiia, (10). Retrieved from: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya-tekhnika-dlya-obrobittu-gruntu/poverkhnevyy-obrobittok-gruntu-odna>

9. Poliakov, A. M., Fesenko, H. V. & Briukhovetskyi, V. V. (2019). Analiz i obgruntuvannia tekhnichnykh zasobiv poverkhnevoho obrobittu hruntu z pidvyshchenoiu hrudkuvatistiu [Analysis and justification of technical means of surface soil cultivation with increased lumpiness]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 4(14). 41–46. [https://doi.org/10.37700/enm.2019.4\(14\).41-46](https://doi.org/10.37700/enm.2019.4(14).41-46)

10. Rotatsiini borony u suchasnomu zemlerobstvi [Ротаційні борони у сучасному землеробстві]. (2025). Vylucheno iz <https://agroexpert.ua/rotatsijni-borony-u-suchasnomu-zemlerobstvi/>

11. Tesliuk, H. V., Volyk, B. A., Sokol, S. P., Kobets, O. M. & Senmeniuta, A. M. (2016). Hruntoobrobni ahrehaty na osnovi dyskovykh robochykh orhaniv [Soil tillage units based on disk working bodies]. Dnipropetrovsk : TOV “Aktsent PP”.

12. Fesenko, H. V. & Zhmurenko, M. A. (2020). Analiz tekhnolohichnykh vlastyvosti robochykh orhaniv kultyvatora peredposivnoho poverkhnevoho obrobittu gruntu i udoskonalennia strilchastoi lapy [Analysis of technological properties of working bodies of a cultivator for pre-sowing surface tillage and improvement of a lancet paw]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 1(15). 89–94. [https://doi.org/10.37700/enm.2020.1\(15\).89-94](https://doi.org/10.37700/enm.2020.1(15).89-94)

13. Shustik, L. (2015). Tekhnika dlia peredposivnoho obrobittu hruntu [Equipment for pre-sowing tillage]. Propozytsiia, (1). Retrieved from: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya/tekhnika-dlya-pe-red-posivno-ho-ob-ro-bit-ku-hrun-tu>

14. Alwan, A. A. (2019). Field Study of Soil Pulverization Energy by using Different Moldboards Types Under Various Operating Condition. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 32(2). 373–388. <https://doi.org/10.37077/25200860.2019.284>

15. Liu, J. & Kushwaha, R. L. Modeling of Soil Profile Produced by a Single Sweep Tool. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript PM 06 008. (Vol. VIII). 1–13.

Дата першого надходження статті до видання: 18.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.12.2025

Дата публікації (оприлюднення) статті 27.01.2026