

Сакунов Д.І.

Національний університет
біоресурсів і
природокористування
України,
м. Київ, Україна
E-mail:
sakunov@nubip.edu.ua

**ВИМОГИ ДО РОБОЧИХ ОРГАНІВ
АГРЕГАТИВ СМУГОВОЇ ОБРОБКИ ҐРУНТУ
ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЇХ ЗАБИВАННЯ
ПОЖНИВНИМИ РЕШТКАМИ**

<https://doi.10.5281/zenodo.15426593>

УДК 621.891

Сакунов Д.І. Вимоги до робочих органів агрегатів смугової обробки ґрунту для зменшення їх забивання пожнивними рештками

Анотація. В роботі на основі виробничих випробувань узагальнено вимоги до робочих органів агрегатів смугової обробки ґрунту для зменшення їх забивання пожнивними рештками. Метою даного дослідження було узагальнення причин забивання секцій Strip-till культиваторів пожнивними залишками, формування вимог до його робочих органів та їх взаємного розміщення для зменшення забивання. Встановлено, що загальною вимогою до робочих органів та їх розміщення для зменшення забивання Strip-Till агрегатів є забезпечення логічної послідовності обробки рослинних решток і ґрунту, що забезпечує ефективне розрізання решток та поступове і безперешкодне їх переміщення між робочими органами.

Ключові слова: ґрунт, обробіток, Strip-Till, методика, агротехніка, вимога.

Sakunov D.I. Requirements for working bodies of strip tillage units to reduce their clogging with crop residues

Abstract. In the work on the basis of production tests, the requirements for the working bodies of strip tillage units are generalized to reduce their clogging with crop residues. The purpose of this study was to generalize the reasons for clogging Strip-Till sections of cultivators with crop residues, the formation of requirements for its working bodies and their mutual placement to reduce clogging. It has been established that the general requirement for the working bodies and their placement to reduce clogging of Strip-Till units is to ensure a logical sequence of processing plant residues and soil, which ensures effective cutting of residues and their gradual and unhindered movement between the working bodies.

Key words: soil, tillage, Strip-Till, method, agricultural technology, requirement.

Постановка проблеми

Як показує практика [1], зняття для смугової обробки ґрунту (Strip-Till) добре функціонують на легких [2] і середніх [3] ґрунтах з помірною кількістю пожнивних решток [4]. Однак Strip-till-культиватори багатьма аграріями використовуються як основний агрегат для обробки важких ущільнених [5], ґрунтів які, в залежності від погодних умов [6], можуть бути сильно зволожені або пересушені [7]. Такі поля складно обробляти та формувати смуги з оптимальними властивостями для розвитку

рослин [8]. Також завдання ускладнює наявність великої кількості пожнивних решток, які можуть спричинити забивання Strip-Till агрегату [9], що значно зменшує продуктивність, або взагалі унеможливує його роботу, особливо в сиру погоду, коли рослинні залишки та ґрунт стають вологими [10]. У зв'язку з цим у сільгоспвиробників залишається досить вузьке погодне вікно для ефективного застосування Strip-Till культиваторів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Виходячи з агротехнічних вимог [1], культиватори для смугової обробки ґрунту повинні забезпечувати високу якість обробки ґрунту в межах оброблюваної смуги з одночасним внесенням добрив [12]. При цьому смуга має бути очищена від пожнивних решток незалежно від їх кількості та стану [13]. Відповідно робочі органи агрегатів для Strip-till повинні рівномірно працювати на заданій глибині і не забиватися ґрунтом та рослинними рештками [14].

Послідовність робочого процесу смугової обробки ґрунту виглядає наступним чином:

- А. Култери (рорізні диски) розрізають пожнивні рештки і розкривають ґрунт.
- Б. Очишувач смуги прибирає пожнивні рештки в сторони.
- В. Лапи виконують глибоку обробку ґрунту і внесення добрив.
- Г. Закриваючі диски формують профіль смуги.
- Д. Коток розбиває грудки і вирівнює поверхню смуги.

Для забезпечення ефективного робочого процесу Strip-Till агрегату його робочі органи повинні відповідати певним вимогам щодо взаємодії з ґрунтом [15], рослинними рештками та один з одним [16]. Процес взаємодії робочих органів з ґрунтом і рослинними залишками досить складний [17], і труднощі моделювання даного процесу пов'язані з тим, що модель повинна враховувати багато факторів, в тому числі і таких, що динамічно змінюються [18]. Наприклад властивості ґрунту і рослинних решток, їх кількість та швидкість руху агрегату [19]. Від швидкості руху агрегату залежить швидкість потоку рослинних решток, що проходять крізь елементи робочих секцій Strip-Till агрегату [20]. При підвищенні швидкості руху рівномірність та плавність потоку через робочі органи знижується, а очисники ряду накидують рештки на робочі органи сусідніх секцій, що перешкоджає їх функціонуванню і підвищує ризик забивання [21]. А при зменшенні робочої швидкості може знизитись якість обробки ґрунту (збільшення розміру грудки) та знижується продуктивність Strip-Till агрегату [22]. Теоретичні моделі потоку пожнивних решток можуть базуватись на принципах механіки, гідродинаміки (для поведінки потоку), методу дискретних елементів та емпіричних польових спостережень [23].

Формулювання мети досліджень

Метою даного дослідження було узагальнення причин забивання секцій Strip-till культиваторів пожнивними залишками, формування вимог до його робочих органів та їх взаємного розміщення для зменшення забивання.

Результати досліджень

Розглянемо можливі причини та локалізацію забивання елементів робочої секції Strip-till культиваторів.

Забивання між култером та очисником ряду (рис. 1 і рис. 2). Причини:

- Недостатнє перерізання пожнивних решток і штовхання їх вперед.
- Рослинна маса накопичується перед култером і потім сходить в сторону утворюючи купу яку очисник ряду не взмозі відгорнути.
- Затримка рослинної маси на розгортачах. Якщо швидкість обертання диску очисника ряду зменшується, або диск блокується він починає накопичувати і горнути рослинну масу перед собою.
- Недостатній простір, для безперешкодного потоку решток, між култером та іншими елементами конструкції.



Рис. 1. Забивання між опорними колесами та рамою секції на якій закріплено култер.
Агрегат: SLY StripCat та Yetter Maveric.



Рис. 2. Забивання між култером та очисником ряду агрегату Orthman 1TRPR.

Забивання перед лапою (рис. 3 і рис. 4). Причини:

- Занадто велика кількість пожнивних решток перед лапою. Недостатнє відведення в сторони рослинної маси очисником ряду.
- Неповне перерізання решток култером і вдавлювання їх у ґрунт на глибину роботи култера, відповідно диски очисника ряду не можуть їх прибрати в сторону і рештки оховають лапу.



Рис. 3. Забивання перед лапою агрегату Kuhn Krause Gladiator.



Рис. 4. Намотування рослинних решток кукурудзи на очиснику ряду агрегату SLY StripCat.



Рис. 5. Забивання між лапою та закриваючим диском агрегату Kuhn Krause Gladiator.

Забивання між лапою та закриваючими дисками (рис. 5). Причини:

- Простір між лапою та закриваючим диском недостатній для безперешкодного потоку решток.

- Зменшення швидкості обертання чи повна зупинка закриваючих дисків призводить до того, що диск починає горнути ґрунт перед собою тим самим зменшуючи вікно проходу решток.

- Лапа вивертає назовні занадто велику кількість ґрунту що утримується між лапою та закриваючим диском, що зменшує простір для проходження решток

Забивання між секціями (рис. 6). Причини:

- Простір між робочими секціями Strip-Till культиватора недостатній для безперешкодного потоку решток

- Занадто великий потік решток і ґрунту між секціями, наприклад в разі некоректної роботи розгортача, коли окрім решток переміщується значна маса ґрунту.



Рис. 6. Забивання між секціями.

Отже, виходячи з агротехнічних вимог та можливих причин забивання було сформовано основні вимоги до робочих органів Strip-Till культиватора, що наведено нижче.

Култер. Култер має забезпечити ефективне перерізання пожнивних решток, без волочіння чи складання з подальшим защемленням в борозді у формі букви V. Защемлення решток ускладнює їх видалення очисником ряду і може призвести до зачіпання залишків лапою. Також култер має створювати якомога вузький вертикальний надріз, зводячи до мінімуму порушення поверхні ґрунту, для того щоб очисник ряду йшов по не зрушеному ґрунту і розгортав у сторони лише рослинні рештки. Конструкція култера та його кріплення має зменшувати вірогідність блокування обертання култера через намотування пожнивних решток чи інших причин.

Розгортач. Розгортач має забезпечувати очищення майбутньої смуги від пожнивних решток. При цьому ширина відгортання решток має бути достатньою для забезпечення належної роботи закриваючих дисків, і в той же час потік решток від розгортача не має закидати рештки на сусідні секції Strip-Till культиватора чи перекидати їх через розгортач, повертаючи на початкове місце. Конструкція розгортача

та його кріплення має зменшувати вірогідність блокування обертання дисків через намотування пожнивних решток.

Лапа. Лапа має забезпечувати рівномірне рихлення ґрунту (з одночасним внесенням добрив) без утворення пустот в межах заданої глибини та ширини смуги, при цьому вивертання ґрунту назовні має бути мінімальним, щоб основна маса ґрунту залишалась в межах смуги і не вивалювалась за її межі. Обмеження потоку піднятого ґрунту лапою важливе для зменшення вірогідності блокування закриваючих дисків, щоб не спричинити забивання агрегату.

Закриваючі диски. Для формування смуги заданої ширини і висоти закриваючі диски мають направляти потік ґрунту, піднятий лапою, до центру смуги і при цьому запобігати попаданню рослинних решток в очищену смугу. Розміщення дисків відносно лапи має забезпечувати вільний потік пожнивної маси та ґрунту, для уникнення забивання і в той же час обмежити винесення ґрунту за межі оброблюваної смуги. Відстань між дисками не повинна перевищувати ширину, на якій очисники рядків видаляють залишки. Якщо зона обробки закриваючих дисків вийде за межі зони вільної від пожнивних решток, ризик забивання зросте. Також відстань між закриваючими дисками лімітується агрономічними вимогами до ширини оброблюваної смуги. Конструкція закриваючих дисків та їх кріплення має зменшувати вірогідність блокування обертання дисків.

Коток. Коток має забезпечувати подрібнення грудок і фінішне формування профілю смуги, при цьому ґрунт після прикочування не повинен виноситись за межі смуги. Також коток має бути стійким до забивання ґрунтом і намотування пожнивних решток.

Висновки

Отже, загальною вимогою до робочих органів та їх розміщення для зменшення забивання Strip-Till агрегатів є забезпечення логічної послідовності обробки рослинних решток і ґрунту, що забезпечує ефективне розрізання решток та поступове і безперешкодне їх переміщення між робочими органами.

Список використаних джерел

6. Сакунов Д.І. Виробниче узагальнення методичного підходу і агротехнічних вимог до Strip-Till. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2024. Вип. 24. С. 185–197. <https://doi.org/10.37700/ts.2024.24.185-197>.

1. Kozachenko O.V., Syedykh K.V., Shkrehal O.M. Mathematical modeling of stability of mechanical system of discator. Machinery and Energetics. 2021. Vol. 12(4). P. 61–66.

2. Vlăduț D.I., Biriș S., Vlăduț V., Cujbescu D., Ungureanu N., Găgeanu I. Verification of stress by FEM analysis-M-1 echanical testing of agricultural mobile aggregates couplig device. Inmateh – Agricultural Engineering. 2018. Vol. 54, no. 1/2018, P. 37–46.

3. Войтік А.В., Вихватнюк Р.В., Худік Л.М. Технологія обробітку ґрунту стріп-тіл: історичний розвиток та поширення в Україні. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2016. Вип. 46. С. 117–123.

4. Голуб Г.А., Дворник А.В. Обґрунтування показників якості та агрономічних вимог до смугового обробітку ґрунту. Наукові горизонти. 2018. № 12 (73). С. 37–44.

5. Gheorghe G., Lates D., Oprea C., Baltatu C. Structural and modal analysis in solidworks of agricultural plow to choose vibration system at moldboard. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 872–878. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF168.
6. Голуб Г.А., Дворник А.В. Вплив конструкційно-технологічних параметрів на якість смугового обробітку ґрунту. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке*. 2019. Вип. 24 (38). С. 28–37.
7. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.
8. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Rosamaha Yu.O., Blesnyuk O.V., Ohienko A.V. Engineering management of two-phase couler systems of seeding machines for implementing precision farming technologies. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2019. Bucharest. Vol. 58. No 2. P. 137–146. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-58-15>.
9. Rogovskii I.L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162.
10. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13 (62). No 1. P. 117–128.
11. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Haponenko O.I., Ohienko 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. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-60-05>.
12. Rogovskii I.L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10(4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
13. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. Computational approach to geometric modeling of plow bodies. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*. 2024. Vol. 11(1). P. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2).
14. Голуб Г.А., Дворник А.В. Вплив параметрів секції агрегату для смугового обробітку на поперечну нерівність ґрунту. *Наукові горизонти*. 2019. №5 (78). С. 40–50.
15. Golub G., Dvornyk A. Research of indicators of strip tillage. *ТЕКА. Quarterly journal of agri-food industry*. Lublin. 2020. Vol. 20. No 2. P. 83–90.
16. Сакунов Д.І. Структурність машиновикористання технології Strip-Till. *Крамаровські читання: X Міжнародна науково-технічна конференція*. м. Київ, 23-24 лютого 2023 року: тези конференції. Київ. 2023. С. 217-221.
17. Сакунов Д.І. Агротроніка енергетичної оцінки роботи робочого органу обробітку ґрунту Strip-Till. *Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2023: XIX Міжнародна наукова конференція*, м. Київ. 18-19 травня 2023 року: тези конференції. Київ. 2023. С. 213-216.
18. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41–49.

19. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 2020. ISBN 978-83-66567-13-9. 162 p.
20. Sheichenko, V., Rogovskii, I., Skoriak, Y., Petrachenko, D., Shevchuk, M., Sheichenko, D., Titova, L., Sivak, I. Defining patterns in the intensification of hemp stalk retting processes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 6 (1 (132)), P. 50–63. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.3150>.
21. Rogovskii I., Sivak I., Shatrov R., Nadtochiy O. Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean cultivation. *Engineering of Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 965-970. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF195.
22. Rogovskii I., Titova L., Ohienko M., Sivak I., Mstowska I., Nadtochiy O., Matuhno N. Methods of production management of agrotronics of grain production by agricultural enterprises. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2024; ISBN 978-83-66567-66-5; pp. 305, illus., tabs., bibls.

References

6. Sakunov D.I. (2024). Production generalization of methodical approach and agrotechnical requirements for Strip-Till. *Technical service of agriculture, forestry and transport*. Vol. 24. P. 185-197. <https://doi.org/10.37700/ts.2024.24.185-197>
1. Kozachenko O.V., Syedykh K.V., Shkrehal O.M. (2021). Mathematical modeling of stability of mechanical system of discator. *Machinery and Energetics*. Vol. 12(4). P. 61–66.
2. Vlăduț D.I., Biriș S., Vlăduț V., Cujbescu D., Ungureanu N., Găgeanu I. (2018). Verification of stress by FEM analysis·M-1 echanical testing of agricultural mobile aggregates couplig device. *Inmateh – Agricultural Engineering*. Vol. 54, no. 1/2018, P. 37–46.
3. Voytik A.V., Vykhatnyuk R.V., Hudik L.M. (2016). Strip-till soil cultivation technology: historical development and distribution in Ukraine. *Design, production and operation of agricultural machines*. Vol. 46. P. 117–123.
4. Golub G.A., Dvornyk A.V. (2018). Justification of quality indicators and agronomic requirements for strip tillage. *Scientific horizons*. No. 12 (73). P. 37–44.
5. Gheorghe G., Lates D., Oprea C., Baltatu C. (2023). Structural and modal analysis in solidworks of agricultural plow to choose vibration system at moldboard. *Engineering for Rural Development*. Vol. 22. P. 872–878. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF168.
6. Golub G.A., Dvornyk A.V. (2019). The influence of structural and technological parameters on the quality of strip tillage. *Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine. Research*. Vol. 24 (38). P. 28–37.
7. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. (2019). Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.
8. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Rosamaha Yu.O., Blesnyuk O.V., Ohienko A.V. (2019). Engineering management of two-phase coulter systems of seeding machines for implementing precision farming technologies. *INMATEH. Agricultural Engineering*. Vol. 58. No 2. P. 137–146. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-58-15>.
9. Rogovskii I.L. (2020). Algorithmicly determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. Vol. 11 (1). P. 155–162.

10. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. (2020). Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. Vol. 13 (62). No 1. P. 117–128.
11. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Haponenko O.I., Ohienko M.M., Kulik V.P. (2020). Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-60-05>.
12. Rogovskii I.L. (2019). Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics*. Kyiv. Ukraine. Vol. 10(4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
13. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*. Vol. 11(1). P. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2).
14. Golub G.A., Dvornyk A.V. (2019). The influence of the parameters of the unit section for strip cultivation on the transverse unevenness of the soil. *Scientific Horizons*. Vol. 5 (78). P. 40–50.
15. Golub G., Dvornyk A. (2020). Research of indicators of strip tillage. *TEKA. Quarterly journal of agri-food industry*. Lublin. Vol. 20. No 2. P. 83–90.
16. Sakunov D.I. (2023). Structure of machine use of Strip-Till technology. *Kramarov readings: 10th International Scientific and Technical Conference, Kyiv, February 23-24, 2023: conference abstracts*. Kyiv. P. 217–221.
17. Sakunov D.I. (2023). Agrotechnics energy evaluation of the working body of the Strip-Till tillage. *Rational use of energy in technology. TechEnergy 2023: XI International Scientific Conference, Kyiv, May 18-19, 2023: abstracts of the conference*. Kyiv. P. 213–216.
18. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. (2021). Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4(7(112)). P. 41–49.
19. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. (2020). Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. *Monograph*. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. ISBN 978-83-66567-13-9. 162 p.
20. Sheichenko, V., Rogovskii, I., Skoriak, Y., Petrachenko, D., Shevchuk, M., Sheichenko, D., Titova, L., Sivak, I. (2024). Defining patterns in the intensification of hemp stalk retting processes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (132)), 50–63. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.3150>.
21. Rogovskii I., Sivak I., Shatrov R., Nadtochiy O. (2024). Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean cultivation. *Engineering of Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 965-970. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF195.
22. Rogovskii I., Titova L., Ohienko M., Sivak I., Mstowska I., Nadtochiy O., Matuhno N. (2024). Methods of production management of agrotechnics of grain production by agricultural enterprises. *Monograph*. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, ISBN 978-83-66567-66-5; pp. 305, illus., tabs., bibls.