

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТОРА НА ЯКІСТЬ РОБОТИ ДИСКОВОЇ БОРОНИ GiaRDino

Шустік Л., канд. техн. наук,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Погорілий В., e-mail: pogoriliy@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6867-8120>

Гайдай Т., канд. техн. наук,

tanusha-h@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9141-4820>

Степченко С., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Сидоренко С.,

e-mail: silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

Лень О., e-mail: kseniyakrukova@bigmir.net

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

### Анотація

**Мета досліджень:** Визначення раціональної потужності і маси трактора для представленої на випробування варіодискової борони із заданими конструкційно-кінематичними параметрами – шириною захвату, розмірами дисків, кроком та відстанню в рядах, типом котка та режимами налаштування глибин ходу робочих органів для забезпечення прийнятної якості роботи.

**Методи і матеріали.** Потужність трактора визначається, як похідна тягового зусилля дискової борони, на змінних режимах параметрів швидкості  $V_{min}$ ,  $V_{сер}$ ,  $V_{max}$  та двох рівнях глибини обробітку.

Дослідження проводились на ґрунтах, характерних для зони Лісостепу, на різних агрофонах у помірних та важких умовах. Оцінювання характеристик ґрунту проводилось на основі термостатно-вагового методу за загальноприйнятною методикою «різального кільця», за об'ємом циліндра 100 см<sup>3</sup>

Для визначення твердості застосовували твердомір Рев'якіна.

Фіксація тягове зусилля забезпечувалось динамометром циферблатним ДПУ-2-2-У2.

Обробка матеріалів забезпечувалась статистичним аналізом експериментальних даних за методом дисперсійного аналізу за Доспеховим та інтерпретацією стандартними комп'ютерними програмами Excel як графіків.

Дискова борона має певне компонування робочих елементів з технічними параметрами масою, характеристиками і компонування, зокрема: для борони (діаметр зубчастого диска, товщина диска; тип диска; крок установки дисків в ряду; відстань між рядами дисків; кількість вирізів по твірній диска; кількість дисків); для котка (ширина; кількість планок по твірній котка; габаритні розміри; маса борони).

**Результати.** Проведено дослідження тягового зусилля дискової борони в трьох змінних швидкісних режимах  $V_{min}$ ,  $V_{сер}$ ,  $V_{max}$  та двох рівнях глибини обробітку від 7,2 см до 11, 9 см.

За результатами досліджень визначено тягове зусилля борони в межах глибин її роботи від 7,2 см до 11, 9 см, яке змінюється від 0,09 т.с до 0,64 т.с, що відповідно вимагає потужності трактора до 18,9 к.с. Досліджено, що на кожен сантиметр заглиблення борони залежно від швидкості її роботи, вимагається додаткове зусилля від 0,027 т.с. до 0,06 т.с.

**Висновки.** Ефективне використання дискової борони для поверхневого обробітку на глибину до 12см вимагає агрегування трактором потужністю від 24 к. с. з його масою вдвічі більшою за максимальне тягове зусилля (від 1,6 т), водночас масові характеристики такого трактора є більш важливими ніж потужність.

**Ключові слова:** енергозасіб, потужність, маса, тягове зусилля, дискова борона, глибина обробітку, швидкісні режими агрегата.

**Вступ.** Обробіток ґрунту дисковими знаряддями це безполицевий обробіток ґрунту дисковими знаряддями, що забезпечує підрізання скиби, її кришення, часткове перемішування ґрунту з рослинними рештками, вирівнювання рельєфу. Якісна робота дискової борони полягає у забезпеченні характеристик кришення, підрізання рослинних решток, прийнятної гребенистості поверхні ґрунту та вирівняності дна борозни за раціональних показників продуктивності та витрат енергії.

Дискові знаряддя поділяють на важкі, які обробляють на глибину до 20 см, середні до 15 см та легкі, які обробляють до 10 см [Марченко В., Гузь М., Паар Й., 2019].

Закласифікацією борони відносяться до групи машин ґрунтообробної техніки і можуть бути диференційовані [Кравчук В. І., Мельник Ю. Ф., 2009]: борони пружинні; борони зубові; борони зубові ротаційні; борони дискові; лушильники, легкі борони; борони важкі.

Сільськогосподарські знаряддя працюють в агрегативанні з енергозасобами, які зі свого боку поділяють на 17 класів тяги [Електронний ресурс: <https://gardenunion.com.ua/klasifikacija-traktoriv-po-tjagovomu-i-ekologichnomu-klasu-01.>, 2020].

Група тракторів охоплює всю техніку, починаючи з дрібних мотоблоків і закінчуючи тракторами рекордної потужності. Актуальні моделі машин для сільського господарства знаходяться в перших восьми класах, три класи відведені для мотоблоків і міні-тракторів. За останні роки з'явилися також потужні сільськогосподарські апарати 7 класу. Трактори залежно від призначення поділяють на 6 груп [Клендій М.Б.; <https://gardenunion.com.ua/klasifikacija-traktoriv-po-tjagovomu-i-ekologichnomu-klasu-01>; Zbigniew Kogut, 2016; [https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6256F\\_e.pdf](https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6256F_e.pdf) DLG TEST Report 6256F, 2014; DLG TEST Report 6110F, 2013].

Зважаючи на структуру розподілу господарств за площею, де дольова частка

невеликих фермерських та особистих господарств є суттєвою, на сучасному етапі відмічається щодалі зростаюча потреба в малих боронах. Тому формування енергетично збалансованих ґрунтообробних агрегатів у складі малих борін є надзвичайно важливою задачею.

Правильний підбір для ґрунтообробного знаряддя відповідного трактора ряд з досягненнями якісних функційних показників забезпечення паливної ефективності, надійності і довговічності роботи МТА загалом [Шустік Л., 2021.; Joa'о M. Serrano, Josep O. Pec, 2007; Prathuang Usaborisut, 2020; Priporov E V., 2021; Roberto Fanigliulo, 2021].

**Мета досліджень** – визначення раціональних потужності і маси трактора для представлення на випробування варіо-дискової борони з заданими конструкційно-кінематичними параметрами – шириною захвату, розмірами дисків, кроком та відстанню в рядах, типом котка та режимами налаштування глибин ходу робочих органів для забезпечення прийнятної якості роботи.

**Задачі дослідження:** провести випробування для визначення тягових зусиль дискової борони GiaRDino (виробництва ТОВ «УкрАгроБліц»); розрахувати характеристики трактора.

**Методи і матеріали.** Потужність трактора визначається, як похідна тягового зусилля дискової борони (рис. 1) на змінних режимах – параметрах швидкості ( $V_{\min}$ ,  $V_{\text{сеп}}$ ,  $V_{\max}$ ) та на двох рівнях глибини обробітку.

Місце для досліджень – науково-дослідна сівозміна УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

Оцінювання характеристик ґрунту проведено на основі термостатно-вагового методу за загальноприйнятною методикою «різального кільця», за об'ємом циліндра 100см<sup>3</sup> [Качинський Н.А., 1947].

Для визначення твердості застосовано твердомір Рев'якіна.

Фіксація тягового зусилля проводилась динамометром циферблатного ДПУ-2-2-У2.

Статистичний аналіз експериментальних даних проводився за методом дисперсійного аналізу та інтерпретувався стандартними комп'ютерними програмами Excel як графіків [Доспехов Б.А, 1985].

Технічні параметри борони: маса борони – 375 кг, діаметр зубчастого диска – 56 см, товщина диска – 0,5 см; тип диска – сферичний з вирізною крайкою; крок установки дисків в ряду – 32,5 см; відстань між рядами дисків – 78 см; кількість вирізів по твірній диска – 9 шт; кількість дисків – 8 шт; коток: тип – ребристий циліндр, ширина – 160 см; кількість планок по твірній котка – 8 шт; габаритні розміри: ширина – 188 см; довжина – 190 см; висота – 105 см;



**Рисунок 1** – Загальний вигляд дискової борони GiaRDino

Диски борони з двома кутами установки розміщені на індивідуальних стійках; кути установки диска – повороту 230 та нахилу – 240 сприяють підрізання скиби, її інтенсивному кришенню та відкиданню на коток. Мала товщина диска, наявна на ньому вирізна крайка покращують перерізання рослинних решток і інтенсивність проникнення в ґрунт; ребристий коток з кутиковими планками інтенсивно подрібнює грудки та доводить їхній фракційний склад до агротехнічних кондицій.

**Результати.** Під час попередньої апробації борони у господарстві в агрегуванні з трактором потужністю 24 к. с. було встановлено недоліки роботи знаряддя, а саме: непрямолінійність ходу трактора та недостатнє заглиблення робочих органів у ґрунт. Ці недоліки роботи свідчать про недостатні по-

тужність та тягове зусилля трактора, яке стало причиною проведення тягових випробувань.

Дослідження проводили на виміральному обладнанні УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

Як відомо, потужність трактора визначається, як похідна тягового зусилля. Вимірювання тягового зусилля проводили на трьох швидкостях переміщення борони:  $V_{\min} = 4$  км/год,  $V_{\text{ср}} = 6$  км/год,  $V_{\max} = 8$  км/год та двох рівнях фактичної глибини обробітку (7,2 та 11,9 см).

Одночасно фіксували умови роботи: тип та стан ґрунту (природно ущільнена тривалими дощами весняна оранка) з вологістю в шарах: 0-5 см – 17,6 %, 5-10 см – 24,3 %, 10-15 см – 24,7 % та твердістю – 0,46-1,8 МПа.

Фактично визначене тягове зусилля борони (рис. 2), визначалось, як різниця значень цього параметра для заглибленого в ґрунт та піднятого над землею знаряддя. Розрахункова потужність визначалась залежністю:  $P = N \cdot V \cdot 13,6$  де  $N$  – тягове зусилля, т. с.,  $V$  – швидкість агрегата, м/с.

Необхідна розрахункова потужність трактора залежно від тягового зусилля на різних швидкісних режимах представлена в таблиці 1.

За результатами досліджень отримали графічні залежності зміни тягового зусилля від швидкості агрегата на різних глибинах обробітку (рис. 3) та зміну тягового зусилля від глибини обробітку на різних швидкостях (рис. 4).

Аналіз графічних залежностей показує,

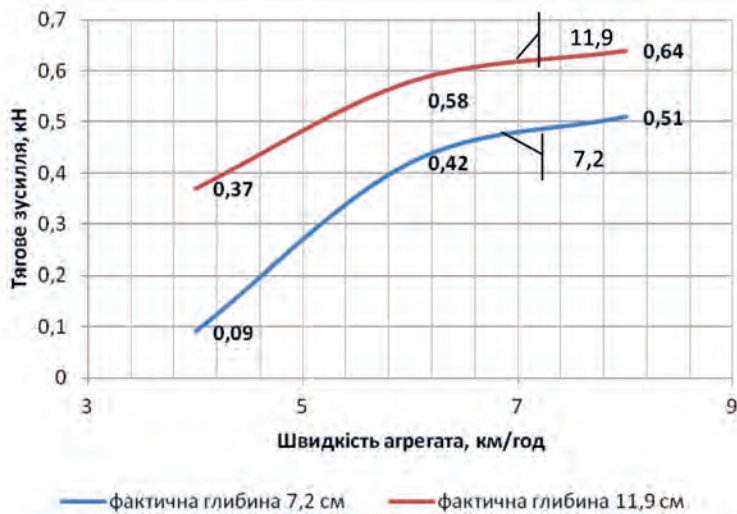


**Рисунок 2** – Проведення тягових випробувань дискової борони GiaRDino

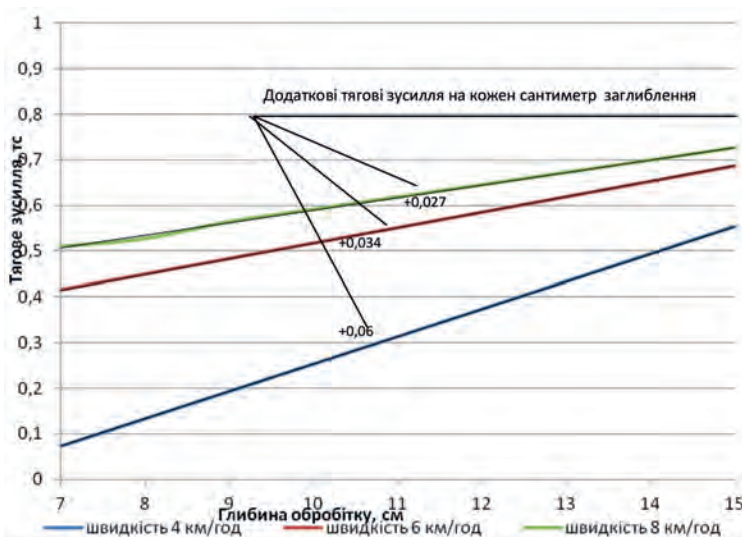


**Таблиця 1 – Розрахункова потужність трактора залежно від тягового зусилля на різних швидкісних режимах**

Швидкість агрегата, км/год	Тягове зусилля, т. с./потужність, к. с.	
	за $h_{\text{факт}}=7,2$ см	за $h_{\text{факт}}=11,9$ см
4	0,09/1,32	0,37/5,43
6	0,42/9,26	0,58/12,84
8	0,51/15,1	0,64/18,94



**Рисунок 3** – Залежність тягового зусилля від швидкості агрегата на різних глибинах обробітку



**Рисунок 4** – Залежність тягового зусилля від глибини обробітку на різних швидкостях

що зі збільшенням швидкості руху агрегата тягове зусилля зростає. У відповідному швидкісному режимі кожен додатковий см глибини обробітку ґрунту вимагає приросту тягового зусилля на усереднений показник відповідно: 0,06 т. с. на швидкості руху агрегата  $V_{\text{min}} = 4$  км/год, 0,034 т. с. на швидкості руху агрегата  $V_{\text{сер}} = 6$  км/год і 0,027 т. с. на швидкості

руху агрегата  $V_{\text{max}} = 8$  км/год. Загалом тягове зусилля борони в межах глибин її роботи від 7,2 см до 11,9 см змінюється від 0,09 т. с до 0,64 т. с, що вимагає потужності трактора до 18,9 к. с. З урахуванням додаткової необхідної потужності споживаної безпосередньо трактором (близько 5 к. с.) сумарна споживана потужність складає 24 к. с.

Зворотній перерахунок такої споживаної потужності в тягове зусилля свідчить, що кінцеве її значення для трактора має складати близько 0,85 т. с. Враховуючи емпіричні співвідношення тягово-масових характеристик ( $\approx 1:2$ ), важливим показником для використання цієї борони є маса трактора, яка має бути не менше 1,6 тонни на незмінній швидкості та потужності енергозасобу.

**Обговорення.** Важливості співвідношення потужності і маси трактора присвячено багато досліджень. зокрема Юров М. Д. («тяговий расчёт и построение тяговой характеристики сельскохозяйственного трактора с использованием ЭКМ; Липецк 2007», Самородов В. Б., Островерх А. О. Разделение потерь мощности и КПД тракторов на

тягових с.-г. техники ) стверджують про важливість збільшення маси трактора для покращення його тягово-зчпних властивостей.

В. В. Гуськов «Построение тяговой и потенциальной характеристик тяговой машин». Характер отриманого тягового зусилля залежно від швидкості на рисунку 3 є співзвучним з сімействами кривих бага-

тьох досліджень, наприклад Позин Б. М. Тяговая характеристика трактора (основы теории и расчета) Издательский центр ДООУРГУ – ISBN: 978-5-696-04804-8? 2016/

Дослідження тягово-масових характеристик ґрунтообробних знарядь передбачають визначення тягового опору на пружну стійку диска, яке досліджували в роботі [Гапоненко О.] і є важливим за якісної роботи.

Вчені ННЦ «ІМЕСГ» [Погорілий С. П., 2018] займалися визначенням та аналізом тягових показників МЕЗ-330 «АВТОТРАКТОР», тягового класу 5.

Дослідження Німецького Центру Тестування DLG направлені на випробування тяжкої широкозахватної борони та комбінованого агрегата.

Тягові випробування дискової борони на певній робочій швидкості представлені в протоколі Німецького Центру Тестування DLG [DLG TEST Report 6110F].

Дослідження контролю палива та тягового зусилля на двох швидкісних режимах і глибині обробки 16-25 см описані у протоколі випробувань Німецького Центру Тестування DLG комбінованого агрегата SL 400, виробництва Great Plains International [DLG TEST Report 6256F].

**Висновки.** Ефективне використання дискової борони для поверхневого обробки на глибину до 12 см вимагає агрегування з трактором потужністю від 24 к. с. з його масою вдвічі більшою за максимальне тягове зусилля (від 1,6 т), водночас масові характеристики такого трактора є більш важливими ніж потужність.

### Перелік літератури

Гапоненко О. (2015). Виразення невизначеності процесу вимірювань тягового опору пружного стояка дискового робочого органа. Збірник наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке, Вип. 19 (24), С 196-200.

Доспехов Б. А. (1985) Методика полевого опыта (с основами статистической

обработки результатов исследований). М. Агропромиздат. 351 с.

Електронний ресурс: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/pastushenko-2020.pdf>. Пастушенко С. І., Клендій М. Б., Клендій М. І. Дослідження тягового опору експериментального варіанту борони з гвинтовими робочими органами.

Електронний ресурс: <https://gardenunion.com.ua/klasifikacija-traktoriv-po-tjagovomu-i-ekologichnomu-klasu-01>. Класифікація тракторів по тяговому і екологічному класу. 2020

Качинський Н. А. (1947). О структуре почвы, некоторых ее свойствах и дифференциальной порозности. Почвоведение. №6

Марченко В., Гузь М., Паар Й. (2019) Механізація та технології обробки ґрунту. Практичний посібник. ТОВ «Аграр Медіен Україна». Київ. 200с.

Пастушенко С. І., Клендій М. Б., Клендій М. І. (2010). Дослідження тягового опору експериментального варіанту борони з гвинтовими робочими органами. КНАУ.

Погорілий С. П. (2018). Аналіз тягових показників МЕЗ-330 «АВТОТРАКТОР». Праці ТДАТУ. Вип. 18. Т.1. С. 253- 260.

Шустік Л., Нілова Н., Гайдай Т., Степченко С., Сидоренко С., Лень О. (2021). Результати досліджень тягового зусилля дискової борони GiaRDino. Матеріали XXI Міжнародної наукової конференції «Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій». С. 124-129

DLG TEST Report 6110F. Kverneland. Qualidisc compact disc harrow. Power requirements and work quality. 2013

Electronic resource: [https://www.researchgate.net/figure/Summary-of-analysed-values-based-on-tests-of-a-compact-disc-harrow-of-30-m-working-width\\_tbl1\\_309185158](https://www.researchgate.net/figure/Summary-of-analysed-values-based-on-tests-of-a-compact-disc-harrow-of-30-m-working-width_tbl1_309185158). Zbigniew Kogut, Leszek Sergiel, Grzegorz Żurek. (2016). The effect of the disc setup angles and working depth on disc harrow working resistance.

Electronic resource: [https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6256F\\_e.pdf](https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6256F_e.pdf) DLG TEST Report 6256F. Great Plains International. SL400 combination cultivator/disk harrow. Power requirements and quality of work. 2014.

Joa'õ M. Serrano, Joser O. Pec, J. Marques da Silva, Anacleto Pinheiro, Mario Carvalho. (2007). Tractor energy requirements in disc harrow systems. *Biosystems Engineering* 98. p. 286-296

Prathuang Usaborisut, Watcharachan Sukcharoenvipharat, Sirisak Choedkiatphon. (2020) Tilling tests of rotary tiller and power harrow after subsoiling. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.

Priporov E V and Priporov I E. (2021). Justification of parameters of a four-row disk harrow using the experiment planning method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Doi:10.1088/1755-1315/659/1/012013

Roberto Fanigliulo, Daniele Pochi and Pieranna Servadio. (2021). Conventional and Conservation Seedbed Preparation Systems for Wheat Planting in Silty-Clay Soil. *Sustainability* 2021, 13(11), 6506; <https://doi.org/10.3390/su13116506>

## References

DLG TEST Report 6110F. Kverneland. Qualidisc compact disc harrow. Power requirements and work quality. 2013

Dospikhov B. A. (1985) *Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*. M. Agropromizdat. 351c. Electronic resource: file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/Мои%20документы/Ttar\_2015\_19\_24.pdf.

Electronic resource: [https://www.researchgate.net/figure/Summary-of-analysed-values-based-on-tests-of-a-compact-disc-harrow-of-30-m-working-width\\_tbl1\\_309185158](https://www.researchgate.net/figure/Summary-of-analysed-values-based-on-tests-of-a-compact-disc-harrow-of-30-m-working-width_tbl1_309185158).

Electronic resource: [https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6256F\\_e.pdf](https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6256F_e.pdf) DLG TEST Report 6256F. Great Plains International. SL400 combination cultivator/disk harrow.

Power requirements and quality of work. 2014.

Electronic resource: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/pastushenko-2020.pdf>.

Electronic resource: <https://gardenunion.com.ua/klasifikacija-traktoriv-po-tjagovomu-i-ekologichnomu-klasu-01>. Classification of tractors by traction and environmental class. 2020

Joa'õ M. Serrano, Joser O. Pec, J. Marques da Silva, Anacleto Pinheiro, Mario Carvalho. (2007). Tractor energy requirements in disc harrow systems. *Biosystems Engineering* 98. p. 286-296

Gaponenko O. Expression of uncertainty in the process of measuring the traction resistance of the elastic riser of the disk working body.

Kaczynski N. A. (1947). About soil structure, some of its properties and differential porosity. *Soil science*. №6

Marchenko V., Guz M., Paar J. (2019) *Mechanization and technologies of tillage. A practical guide*. Agrarian Media Ukraine LLC. Kyiv. 200c.

Pastushenko S. I., Klendiy M. B., Klendiy M. I. Investigation of the traction resistance of the experimental version of the harrow with screw working bodies.

Pastushenko S. I., Klendiy M. B., Klendiy M. I. (2010). Investigation of the traction resistance of the experimental version of the harrow with screw working bodies. *KNAU. Pogoriliy S. P. (2018). Analysis of traction indicators MEZ-330 «AUTOTRAKTOR»*. Works of TSATU. Vip. 18. Vol.1. Pp. 253- 260.

Prathuang Usaborisut, Watcharachan Sukcharoenvipharat, Sirisak Choedkiatphon. (2020) Tilling tests of rotary tiller and power harrow after subsoiling. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.

Priporov E. V. and Priporov I. E. (2021). Justification of parameters of a four-row disk harrow using the experiment planning method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Doi:10.1088/1755-1315/659/1/012013

Roberto Fanigliulo, Daniele Pochi and Pieranna Servadio. (2021). Conventional and



Conservation Seedbed Preparation Systems for Wheat Planting in Silty-Clay Soil. Sustainability 2021, 13(11), 6506; <https://doi.org/10.3390/su13116506>

Shustik L., Nilova N., Gaidai T., Stepchenko S., Sidorenko S., Len O. (2021). The results of studies of the traction force of the disc harrow GiaRDino. Proceedings of the XXI International Scientific Conference

«Scientific and technical principles of development, testing and forecasting of agricultural machinery and technology.» Pp. 124-129

Zbigniew Kogut, Leszek Sergiel, Grzegorz Żurek. (2016). The effect of the disc setup angles and working depth on disc harrow working resistance.

UDC 631.312.8

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TRACTOR'S TRACTION CHARACTERISTICS ON THE QUALITY OF GIARDINO DISC HARROW WORK

Shustik L., Ph. D. Tech. Scs,

e-mail: [shustik@ukr.net](mailto:shustik@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0003-413-935X>

Pogoriliy V.,

e-mail: [pogoriliy@ukr.net](mailto:pogoriliy@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-6867-8120>

Gaidai T., Ph. D. Tech. Scs,

[tanusha-h@ukr.net](mailto:tanusha-h@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0001-9141-4820>

Stepchenko S., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Sidorenko S., e-mail: [silviya20@ukr.net](mailto:silviya20@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

Len O., e-mail: [kseniyakrukova@bigmir.net](mailto:kseniyakrukova@bigmir.net)

L. Pogorilyy UkrNDIPVT

### Summary

**Aim of research.** Researches are directed on definition of rational capacities and weight for representation on test of a variodisk harrow with the set design and kinematic parameters - width of capture, the sizes of disks, step and distance in rows, type of a roller and modes of adjustment of depths of the working bodies. .

**Methods and materials.** The power of the tractor is defined as the derivative of the traction force of the disc harrow GiaRDino, with variable modes of the speed parameters  $V_{min}$ ,  $V_{ser}$ ,  $V_{max}$  and two levels of tillage depth. The study was supposed to be conducted on soils typical of the Forest-Steppe zone, on different agrophones under moderate and severe conditions. Estimation of soil characteristics on the basis of thermostatic-weight method according to the generally accepted method of "cutting ring", according to the volume of the cylinder  $100 \text{ cm}^3$  [Kaczynski N. A., 1947]. Revyakin's hardness tester was supposed to be used to determine the hardness. Fixation of traction force was provided by the dynamometer dial DPU-2-2-U2. Processing of materials was provided by statistical analysis of experimental data by the method of analysis of variance according to Dospekhov and interpretation by standard computer programs Excel in the form of graphs [Dospekhov B. A., 1985]. The disc harrow has a certain arrangement of working elements with technical parameters of weight, characteristics and layout: harrows (diameter of a gear disk, thickness of a disk; type of a disk; step of installation of disks in a row; distance between rows of disks; with its inherent parameters (width; number of slats on the generating roller; overall dimensions; weight of the harrow).

**Results.** The study of the traction force of a disc harrow in three variable speed modes  $V_{min}$ ,  $V_{ser}$ ,  $V_{max}$  was carried out, and two levels of tillage depth from 7.2 cm to 11.9 cm. According to the results of

research, the traction force of the harrow was determined within the depths of its work from 7.2 cm to 11.9 cm, which varies from 0.09 t. s. to 0.64 t. s., which requires a tractor power of up to 18.9 h. p. It is investigated that for every centimeter of deepening the energy means requires additional effort from 0.027 t. s. up to 0.06 t. s. depending on the speed of operation.

**Conclusions.** The forecast of the total power of the tractor indicates that it is necessary to ensure the own movement of the tractor ( $\approx 5$  h. p.) and the operation of the harrow (18.9 h. p.). The total power is about 24 h. p., transformed into 0.8 h. p. traction force. The minimum weight of the tractor according to empirical dependences is about  $P \times 2 = 0.8 \times 2 = 1.6$  t.

**Key words:** energy means, power, mass,, traction force, disk harrow, depth of cultivation, speed modes of the unit.

УДК 631.312.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТОРА НА КАЧЕСТВО РАБОТЫ ДИСКОВОЙ БОРОНЫ GIARDINO

Шустик Л., канд. техн. наук,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Погорелый В., e-mail: pogoriliy@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6867-8120>

Гайдай Т., канд. техн. наук,

tanusha-h@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9141-4820>

Степченко С., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Сидоренко С., e-mail : silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

Лень О., e-mail: kseniyakrukova@bigmir.net

УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого

### Аннотация

**Цель исследований.** Исследования направлены на определение рациональных мощностей и массы трактора для представленной на испытание вариодисковой бороны с заданными конструктивно-кинематическими параметрами – шириной захвата, размерами дисков, шагом и расстоянием в рядах, типом катка и режимами настройки глубин хода рабочих органов для обеспечения приемлемого качества работы.

**Методы и материалы.** Мощность трактора определяется как производная тягового усилия дисковой бороны *GiaRDino*, при переменных режимах параметрами скорости  $V_{min}$ ,  $V_{ср}$ ,  $V_{max}$  и на двух уровнях глубины обработки.

Исследование проводилось на почвах, характерных для зоны Лесостепи, на разных агрофонах при умеренных и тяжелых условиях. Оценка характеристик грунта на основе термостатно-весового метода по общепринятой методике «режущего кольца», по объему цилиндра 100 см<sup>3</sup> [Качинский Н.А., 1947].

Для определения твердости применяли методологию и твердомер Ревякина.

Фиксация тягового усилия обеспечивалась динамометром циферблатным ДПУ-2-2-У2.

Обработка материалов обеспечивалась статистическим анализом экспериментальных данных методом дисперсионного анализа по Доспеховым и интерпретацией стандартными компьютерными программами Excel посредством графиков [Доспехов Б.А, 1985].



Дисковая борона имеет определенную компоновку рабочих элементов с техническими параметрами массой, характеристиками и компоновкой: бороны (диаметром зубчатого диска, толщиной диска; типом диска; шагом установки дисков в ряду; расстоянием между рядами дисков; количеством вырезов по образующему диску; количеством дисков) и катка с присущими ему параметрами (шириной; количеством планок по образующей катки; габаритными размерами; массой бороны).

**Результаты.** Проведены исследования тягового усилия дисковой бороны на трех переменных скоростных режимах  $V_{min}$ ,  $V_{сep}$ ,  $V_{max}$  и на двух уровнях глубины обработки от 7,2 см до 11,9 см. По результатам исследований определено тяговое усилие бороны в пределах глубины ее работы от 7,2 см до 11,9 см, которое изменяется от 0,09 т. с до 0,64 т. с, что соответственно требует мощности трактора до 18,9 к. с. Исследовано, что на каждый сантиметр углубления энергосредство требует дополнительного усилия от 0,027 т. с. до 0,06 т. с. в зависимости от скорости работы.

**Выводы.** Прогноз суммарной мощности трактора свидетельствует, что необходимо обеспечить собственное передвижение трактора ( $\approx 5$  л. с.) и работу бороны (18,9 л. с.). Суммарная мощность составляет около 24 л. с., трансформируется в 0,8 т. с. тягового усилия. Минимальная масса трактора соответственно эмпирических зависимостей составляет около  $P \times 2 = 0,8 \times 2 = 1,6$  т.

**Ключевые слова:** энергосредство, мощность, масса, тяговое усилие, дисковая борона, глубина обработки, скоростные режимы агрегата.