

УДК 631.313

Теслюк Г., канд. техн. наук, доцент, Волик Б., канд. техн. наук, доцент, Лісунов П., аспірант, Лепеть Є., аспірант (Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет)

Результати польових досліджень дискового плуга в умовах півдня України

У статті наведено результати практичного визначення складових тягового опору та якості розпушування ґрунту дисковим плугом, спеціально адаптованим до умов півдня України. Особливість конструкції полягає в тому, що стояк корпусу комплектується двома видами дисків: суцільним і вирізним, які встановлені з можливістю зміни кутів поставлення до вертикалі і напрямку руху. Обґрунтовано необхідність впровадження цього технічного рішення на серійних дискових плугах.

Ключові слова: обробіток ґрунту, плуг дисковий, якість розпушування, складові тягового опору.

Суть проблеми. Останнім часом агрегати, оснащені дисковими робочими органами з можливістю зміни кутів нахилу у трьох площинах, набули широкого застосування. Пояснюється це універсальністю агрегату: за рахунок переорієнтації диска можна отримати борону, лущильник або плуг, розширюючи можливості зміни якісних показників розпушування. Основні переваги плуга обумовлені обертанням диска довкола осі кріплення, що суттєво зменшує сили тертя, а отже, і тяговий опір. Важливим також є те, що різальна частина плуга постійно залишається округлої форми, а тому профіль борозни не залежить від кута нахилу поверхні, що обробляється. Це й визначає пріоритетні напрямки використання дискового плуга, серед яких –рекультив-

вація порушених земель, літування ставків, обробіток чагарників та лісосмуг, оранка в умовах зрошування. Чимало виробників освоїли виробництво таких машин. Проте, відсутність чіткого трактування деяких конструкційних особливостей як робочого механізму, так і машини в цілому створюють низку проблем, вирішенню яких і присвячена ця робота.

У цій статті наведено основні результати досліджень дискового плуга з двома варіантами дисків. Робота виконана у відповідності до господарчого договору № 58-С від 1 жовтня 2012 р. між Дніпропетровським державним аграрно-економічним університетом і ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор-Січ».

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження робочих органів дискового типу та машин на їх основі являють собою досить складну задачу. Складність аналітичного дослідження обумовлена передусім багатофакторністю описуваних процесів та їх імовірнісним характером. Відсутність чіткої математичної моделі у свою чергу ускладнює розрахунок та проектування машини.

Аналізом відомих конструкційних рішень таких машин встановлено, що практично усі їх параметри відпрацьовувались експериментально і мають обмежену аналітичну основу. Відомі дослідження стосуються здебільшого оптимізації параметрів диска та комплектування машини в цілому з точки зору зменшення тягового опору та стабілізації ходу.

Серед найбільш відомих напрацювань слід відзначити роботи С.Г. Мударісова [1,2], І.А. Шевченка [3,4], А.Н. Худоєрова [5], А.С. Кушнарєва [6]. Взаємодію диска з кореневою системою рослин досліджував А.М. Есоян [7], якість розпушування ґрунту диском вивчав Б.А. Шелудченко [8]. Шляхом аналітичних досліджень ним була отримана залежність, що визначає раціональну кривизну диска.

Вагомий внесок в дослідження дискових робочих органів та машин на їх основі зроблений ННЦ «ІМЕСГ». Серед останніх досліджень слід відзначити роботи, спрямовані на аналіз та практичне визначення сил, що діють на диск і агрегат в цілому, особливо їх бокової складової [9, 10].

Аналітично визначити значення наведених складових тягового опору складно, тому було розроблено спеціальну дослідну установку з використанням елементів конструкції серійного дискового. В ході польових досліджень було встановлено, що в залежності від кутів постановки величина бокової складової може змінюватись до дев'яти разів.

Мета роботи

– шляхом польових досліджень перевірити плуг на раціональність аналітично обґрунтованих і кінематичних параметрів.

Основний матеріал досліджень. За результатами аналітичних та лабораторних досліджень було обрано концепцію дискового плуга і виготовлено п'ятикорпусний його варіант для польових випробувань.

До відмінностей конструкції слід віднести параметри, що обґрунтовані аналітично (рис. 1, а):

- кут поставлення поздовжньої балки до напрямку руху $\omega = 48^\circ$;

- положення корпусів на поздовжній балці рами $\Delta_1 = 255$ мм, $\Delta = 510$ мм;

- параметри борозного колеса $r = 180$ мм, $R = 250$ мм;

- оригінальний механізм регулювання кутів постановлення диска у трьох площинах (рис. 1, в), який надає можливість провести випробування в аналітично обґрунтованому діапазоні їх зміни;

- зміщена на 80 мм відносно серійної конструкція навісного пристрою, що відповідає усередненому положенню поздовжньої складової сили тяги;

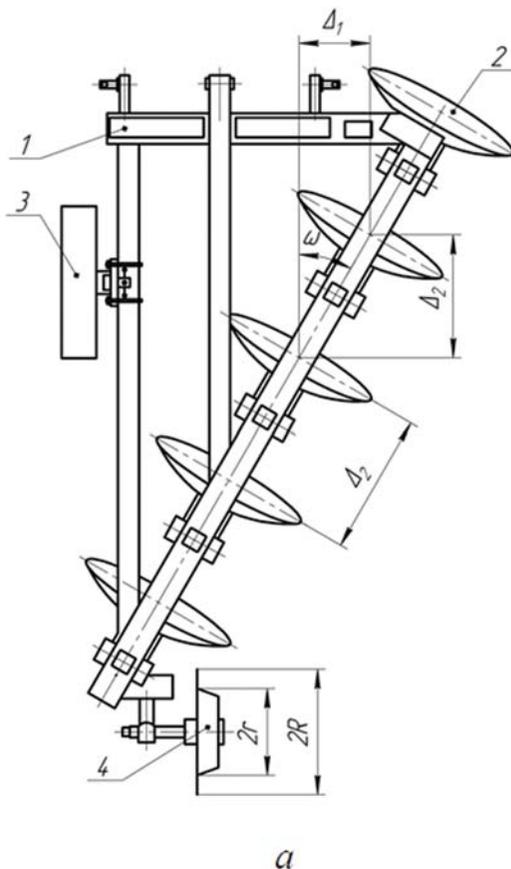
- чистик, що за профілем повторює профіль перетину диска у місці його поставлення.

Машину укомплектовано двома видами дисків: суцільним і вирізним.

Польові випробування дослідного зразка плуга проводили на полях ТОВ «Аврора» Оріхівського району Запорізької області в таких умовах:

- тип ґрунту – чорнозем звичайний середньосуглинковий, агрофон – стерня пшениці;

- питоме зчеплення часток ґрунту – $5,5$ кН/м², твердість – $6,4$ Н/м²;



б



в

Рис. 1 – Розрахункова схема дискового плуга (а), загальний вид (б) та механізм регулювання постановки диска до напрямку руху і вертикалі (в):

1 – рама, 2 – диск, 3 – колесо опорне, 4 – колесо борозне



Рис. 2 – Тензометричний візок, укомплектований вирізним диском

- питома маса ґрунту – 1,3 г/см³;
- вологість ґрунту – 22-24% ;
- забур'яненість поля – 110-120 рослин на м²;
- енергозасіб – трактор МТЗ-82.

Якість розпу-

шення ґрунту оцінювали за коефіцієнтом структурності, який визначали як відношення маси агрономічно цінних агрегатів (0,25-10 мм) до загальної маси взятої проби. Фракційний склад ґрунту визначали за допомогою решітного класифікатора по сліду 5-корпусного плуга, складові тягового опору – з використанням спеціально розробленого тензометричного візка (рис. 2), задіючи один корпус, тобто в блокованому режимі.

Як показали дослідження, внесені конструкційні зміни розширили діапазон технологічних можливостей плуга. Проаналізуємо якісні показники розпушування ґрунту (рис. 3).

Введення механізму зміни кута поставлення диска до вертикалі дозволило розширити діапазон можливих значень коефіцієнта структурності КСТ = 0,13-0,34, що у порівнянні з дискатором, де такий механізм від-

сутній, краще на 7-25% (відповідно КСТ = 0,11-0,24).

Застосування вирізного диска доцільне у випадку, коли треба збільшити кількість великих грудок для збереження загальної кількості агрономічно цінних агрегатів. Так, аналіз графіків рис. 3, а і рис. 3, б показує зменшення КСТ на 3-5%, що практично співпадає з точністю виконаних замірювань.

Залежність коефіцієнта структурності від кутів поставлення – неоднакова. Так, від кута поставлення до вертикалі вона носить практично лінійний характер, а від кута поставлення до напрямку руху має екстремум в районі 40 градусів. Таким чином, $\alpha = 40$ градусів слід вважати раціональним значенням. Встановлення кута $\beta > 26$ градусів – недоцільне з точки зору траєкторії відкидання ґрунту і профілю отримуваної борозни.

Важливою перевагою розробленого плуга є можливість застосування його в екстремальних умовах, наприклад, за надмірної вологості ґрунту. Як показав експеримент (рис. 4), цим диском можна обробляти підсушені рисові чеки, що вкрай проблематично для ґрунтообробних знарядь іншого типу.

Безумовно, брилястість поверхні висока, але агро-технічними умовами це передбачено.

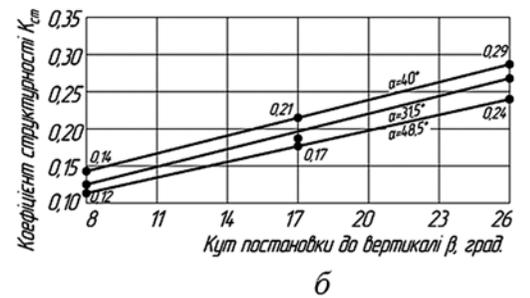
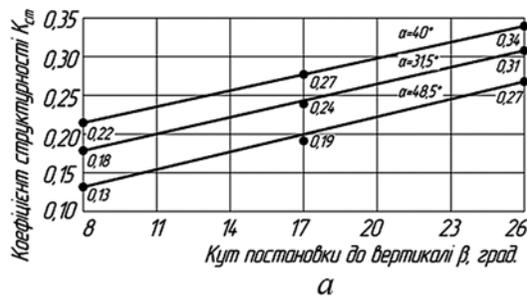
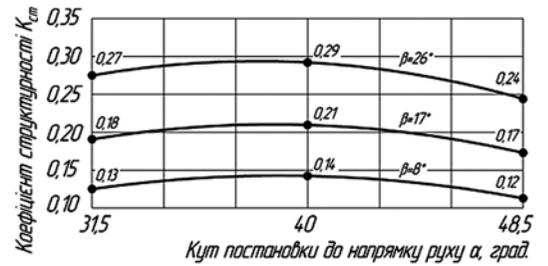


Рис. 3 – Залежність коефіцієнта структурності від кутів поставлення диска: а – суцільний диск, б – вирізний



Рис. 4 – Якість обробітку ґрунту дисковим плугом: а – нормальний стиглий ґрунт; б – перезволожені умови

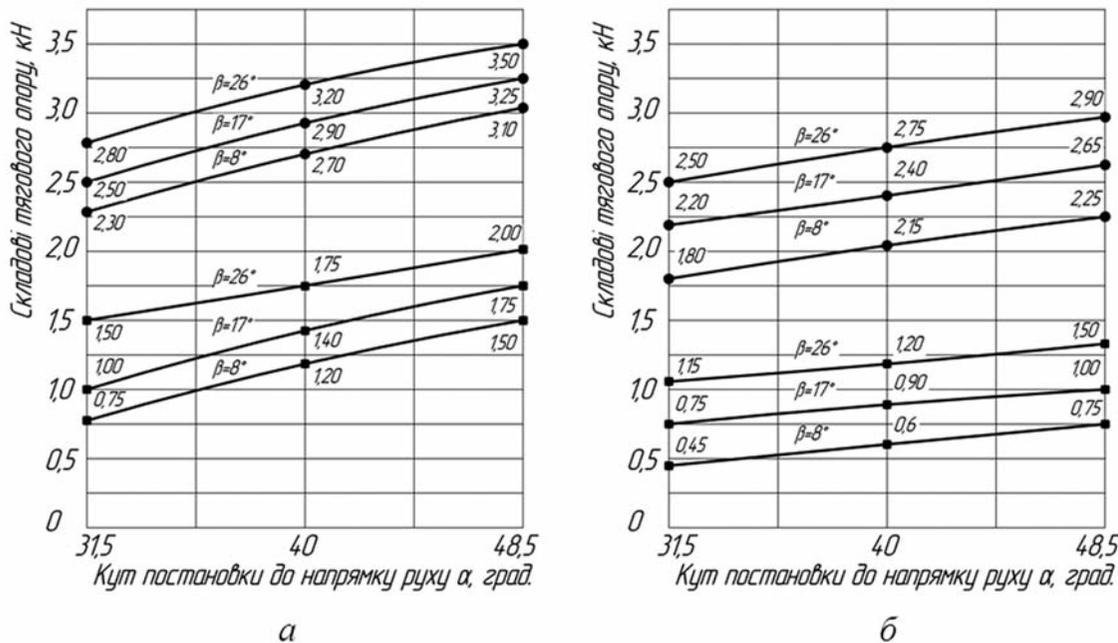


Рис. 5 – Залежність складових тягового опору від кутів поставлення диска: ● – поздовжня складова; ■ – поперечна (бокова) складова, а – суцільний диск; б – вирізний диск

За результатами замірювання складових тягового опору побудовано графіки залежностей від кутів поставлення диска (рис. 5).

Аналіз залежностей (рис. 5) показує, що збільшення обох кутів поставлення диска призводить до зростання як поздовжньої, так і поперечної складових сил тяги, але їх співвідношення лишається близьким за значенням. Використання вирізного диска зменшує обидві складові, але їх співвідношення зберігається.

Висновки. Як показали дослідження, внесені в конструкцію плуга, зміни розширили діапазон його технологічних можливостей. Введення механізму зміни кута поставлення диска до вертикалі дозволило розширити діапазон можливих значень коефіцієнта структурності: $K_{ст} = 0,13-0,34$, що у порівнянні з диском краще на 7-25%.

Застосування вирізного диска доцільне у випадку, коли треба збільшити кількість великих грудок зі збереженням загальної кількості агрономічно цінних агрегатів.

Кут поставлення диска до вертикалі $\alpha = 40$ градусів слід вважати раціональним як з точки зору якості розпушування, так і з огляду на тяговий опір. Встановлення кута нахилу диска до вертикалі $\beta > 26$ градусів – недоцільне.

Важливою перевагою розробленого плуга є можливість застосування його в екстремальних умовах, наприклад, за великої вологості ґрунту.

Список літератури

1. Мударисов С.Г. Повышение качества обработки почвы путем совершенствования рабочих органов машин на основе моделирования технологического процесса: автореф. дис... д-ра техн. наук: спец. 05.20.01. – Челябинск, 2007. – 40 с.
2. Мударисов С.Г. Дисковые орудия с адаптирующими рабочими органами / С.Г. Мударисов // Картофель и овощи. – №4. – 2005. – С. 30-31.
3. Шевченко І.А. Обґрунтування геометричних пара-

метрів дискових робочих органів / І.А. Шевченко // Праці ТДАТА – Вип. 2. – Т. 16. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – С. 13-19.

4. Шевченко І.А. Обґрунтування геометричних параметрів дискових робочих органів / І.А. Шевченко // Праці ТДАТА. – Вип. 2. – Т. 16. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – С. 13-20.

5. Худоеров А.Н. Определе-ние скорости движения частиц почвы по рабочей

поверхности сферического диска / А.Н. Худоеров // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – №4. – С. 44-45.

6. Кушнарєв С.А. Кинематика точек сферических дисков почвообрабатывающих орудий при взаимодействии с почвой / С.А. Кушнарєв, В.В. Погорелький, С.А. Чуб // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Вип. 75. – Т. 1. – Харків, 2008. – С. 121-127.

7. Есоян А.М. К теории оптимизации параметров сферических дисков почвообрабатывающих машин / А.М. Есоян, П.А. Тонапетян, А.А. Аракелян // Известия Государственного аграрного университета Армении – 2006. – №2. – С. 56-58.

8. Шелудченко Б.А., Фомін М.П., Губенко В.О., Вітовський О.В. Обґрунтування радіуса кривизни робочої тороїдальної поверхні дискового робочого органу ґрунтообробного знаряддя // Механізація сільськогосподарського виробництва: зб. наук. пр. Нац. аграр. ун-ту. – Т. IV. – К., 1998. – С. 97-100.

9. Вольський В.А. Визначення бокової сили сферично-дискового робочого органу з віссю обертання нахиленою під кутом до горизонту // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідом. темат. наук. зб. – Вип. 93. – Глеваха, 2010. – С. 504-508.

10. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. – 2-ге вид., доповн. – К.: ДІА, 2007. – 276 с.

Анотація. В статті приведені результати практичного визначення складових тягового опору і якості крошення ґрунту дисковим плугом, спеціально адаптованим до умов юга України. Особливістю конструкції є можливість змінювати кут постановки до вертикалі і напрямку руху. Обґрунтована необхідність впровадження даного технічного

решения на серийных дисковых плугах.

Summary. In the article the results of practical definition leaving traction resistance and quality crumbling soil disc plough, special adapted for uslovi of the South of

Ukraine. The peculiarity of design is that the front casing is completed with two types of drives: solid and cut, which is installed with the possibility of changing the catch performances to the vertical and the direction of travel.

Стаття надійшла до редакції 3 квітня 2014 р.
